Depuis quand la météorologie est-elle devenue une science ?

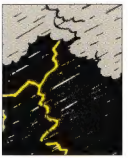
MÉTÉOROLOGIE - 1

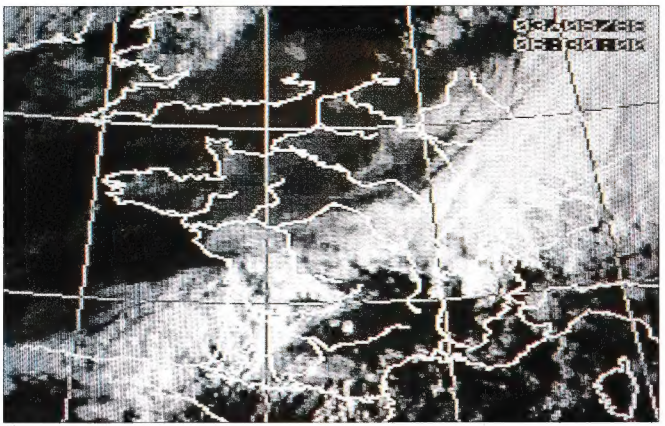
1 depuis l'Antiquité
2 depuis la Renaissance
3 depuis le début du XXe siècle

Météorologie

L'étude scientifique des phénomènes atmosphériques et la prévision du temps n'ont commencé qu'à la fin de la Renaissance, au XVIIe siècle, quand furent mis au point les instruments pour mesurer les variations de température, de pression, d'humidité…

2 La météorologie est devenue une science depuis la Renaissance





Les cartes du temps sont publiées quotidiennement.

Les premiers baromètres, thermomètres, hygromètres, permettaient de prévoir le temps à l'échelle locale. Aujourd'hui, grâce aux satellites et aux systèmes de communication modernes qui permettent de transmettre des informations venant du monde entier, le météorologue peut faire des prévisions à grande échelle.

Cartographier le temps

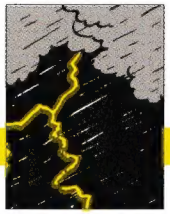
Pour dresser les cartes, les météorologues utilisent des ordinateurs géants qui traitent rapidement la somme considérable d'informations. Comme ces données proviennent des quatre coins de la Terre, l'ordinateur est programmé pour compenser l'écart de temps avec lequel elles arrivent au centre.

Extrait de l'album *Les Bijoux de la Castafiore*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Berenguier / Jerrican
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 57-08

Combien y a-t-il de stations météorologiques dans le monde ?



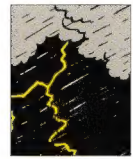
1 environ 500 stations fixes
2 environ 2 000 stations fixes
3 environ 10 000 stations fixes

Station météorologique

Les prévisions météorologiques dépendent aujourd'hui du regroupement de millions d'observations recueillies à chaque instant, à travers le monde. Au sol, un réseau d'environ 10 000 stations fixes assure la surveillance du temps.

Les relevés des stations météorologiques terrestres sont envoyés toutes les 3 heures par téléphone à 13 centres répartis à travers le monde, dont un à Paris. Ces données sont transmises aux pays membres de l'Organisation météorologique mondiale qui effectuent des prévisions.

3 Il y a environ 10 000 stations météorologiques fixes dans le monde



Les mesures prises par les ballons sondes lâchés dans la haute atmosphère complètent celles prises dans les stations terrestres (photo) et maritimes.

Sur mer et dans l'air

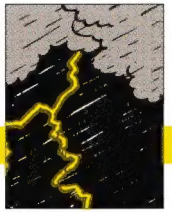
Sur mer, les observations faites par des navires stationnaires ou par des balises flottantes sont transmises automatiquement à terre par des satellites. Des ballons sondes sont lâchés dans la haute atmosphère : les relevés sont transmis par radiosondes. Enfin, des satellites envoient les photos des nuages qui passent au-dessus de notre planète.

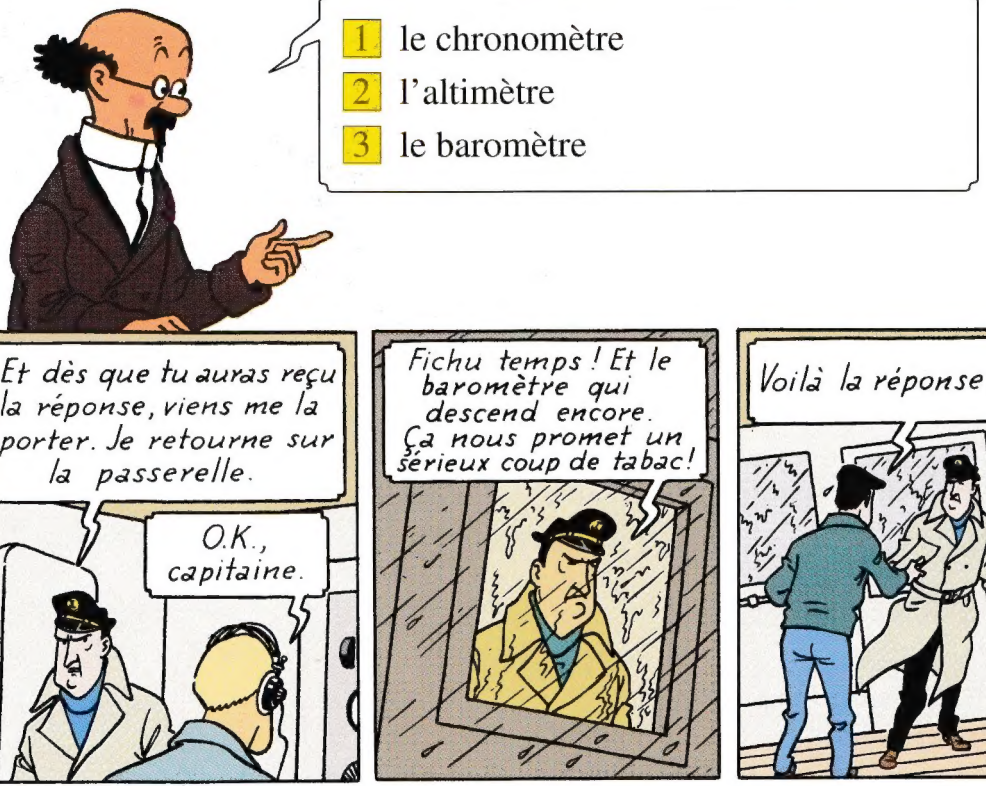
Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo P. Roy / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 57-07

Quel instrument permet de prévoir un changement de temps ?





Baromètre

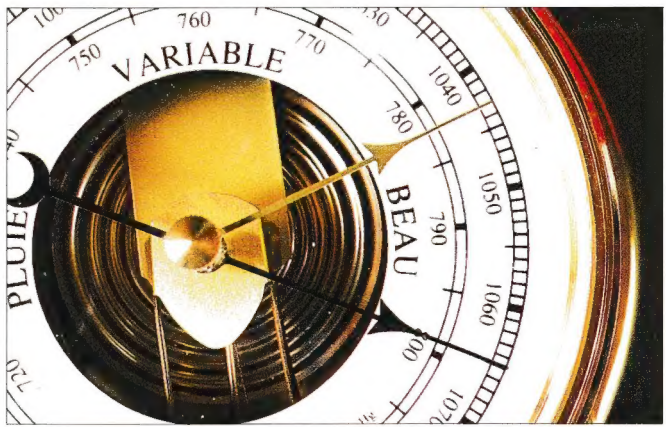
Un baromètre permet de mesurer la pression atmosphérique (la force exercée par le poids de l'air sur la Terre). Les pertubations atmosphériques rendent l'atmosphère plus ou moins pesante ; les indications du baromètre permettent donc de prévoir les changements du temps.

Le baromètre fut inventé par Torricelli en 1643.

Le tube à mercure

Le tube à mercure de Torricelli est fondé sur les variations de niveau du mercure dans un tube de verre dont une extrémité est ouverte.

3 Le baromètre permet de prévoir un changement de temps



En mesurant la pression de l'air, le baromètre indique le temps qu'il fait.

A cette extrémité, la pression de l'air repousse le mercure. Plus la pression est élevée, plus le mercure s'élève vers le haut de l'extrémité fermée. Quand la pression baisse, le niveau du mercure descend. Avec le baromètre anéroïde, c'est l'aiguille qui indique les changements de temps. Si l'aiguille est stationnaire ou "monte" (haute pression) le temps est au beau, si elle "descend" (basse pression), elle indique le mauvais temps.

Extrait de l'album *Les Cigares du Pharaon*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo P. Roy / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 57-06

Les radars sont-ils utilisés en météorologie ?

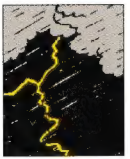
1 non, les radars servent à la surveillance de la navigation aérienne

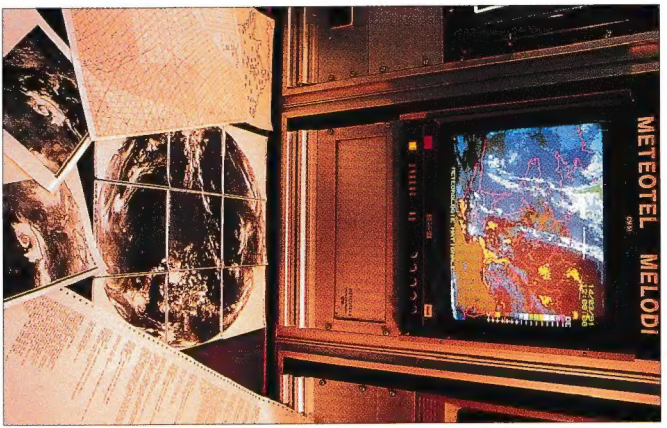
2 oui, les radars permettent de détecter les perturbations

Radar

Dans les utilisations courantes des radars, (surveillance des avions, par exemple), la pluie, la neige ont plutôt tendance à brouiller les ondes. Au contraire, avec les radars météorologiques, les perturbations sont des cibles naturelles, exploitées pour l'observation de l'atmosphère.

2 Les météorologues utilisent des radars pour détecter les perturbations





Les radars permettent aussi de localiser les cyclones et de surveiller avec plus d'efficacité leur progression.

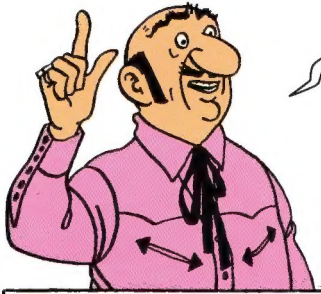
Les radars permettent de détecter les perturbations et de mesurer leurs altitude, vitesse et déplacement.

L'examen d'un nuage au radar

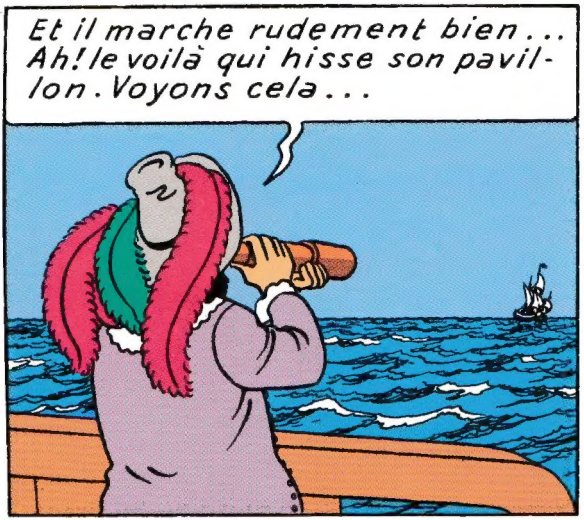
Les radars ne sont pas seulement aptes à suivre les déplacements des nuages pluvieux : ils peuvent aussi voir ce qui se passe à l'intérieur des perturbations, révélant ainsi la composition exacte de chaque couche nuageuse. Ils détectent l'altitude, la taille, la vitesse verticale des flocons ou des gouttes de pluie et ces renseignements permettent de mieux prévoir le déclenchement des précipitations.

Extrait de l'album *Vol 714 pour Sydney*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo P. Landmann / Gamma
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 87-18

Qu'indique la force 4 sur l'échelle de Beaufort ?



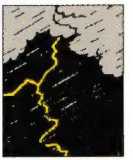
1 une jolie brise
2 un coup de vent
3 une tempête



Échelle de Beaufort

Les océans sont agités de mouvements : les vagues, dues au vent. Leur hauteur est variable selon la force du vent, que l'on mesure sur l'échelle de Beaufort, cotée de 0 à 20 et proposée par l'amiral Beaufort, en 1806.

1 La force 4, sur l'échelle de Beaufort, indique une jolie brise



L'échelle de Beaufort indique la force du vent en nœuds. L'ouragan correspond à la force 12 : 64 nœuds et plus, soit 118 km/h et plus. Ici, la Floride après un ouragan appelé Andrew.

Les bulletins météorologiques maritimes indiquent aux plaisanciers et à tous les marins la force du vent, par des numéros, et l'état de la mer qui en découle.

Quelques notes, du calme plat à l'ouragan

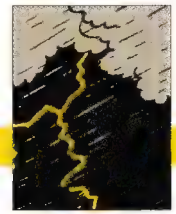
1 traduit une très légère brise (1 à 5 km/h) et des rides sans écume ; 3, une petite brise (12 à 19 km/h) et quelques moutons ; 4, une jolie brise (20 à 28 km/h), des petites vagues et des moutons nombreux ; 6, un vent frais (39 à 49 km/h), des lames et des crêtes d'écume blanche ; 8, un coup de vent (62 à 74 km/h), des lames allongées et des tourbillons d'embruns. 10 indique la tempête (89 à 102 km/h) et 12, un ouragan.

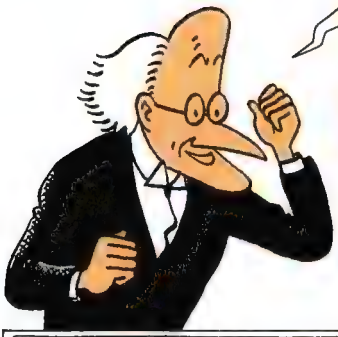
Extrait de l'album *Le Trésor de Rackham le Rouge*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo B. Wisser / Liaison / Gamma
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 82-17

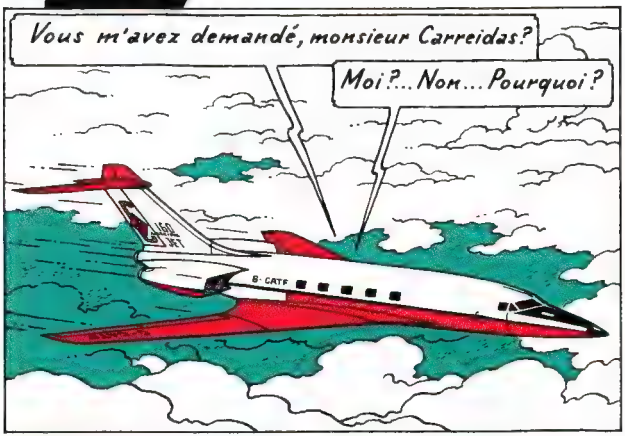
L'air est-il également dense dans toute l'atmosphère ?





1 il est plus dense dans la troposphère, basse couche de l'atmosphère

2 il est plus dense dans la haute couche de l'atmosphère : la ionosphère

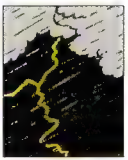


Densité de l'air

L'air dans lequel nous vivons est une mince enveloppe gazeuse, plaquée au sol par la pesanteur. Sous l'action de la pesanteur, ce mélange de gaz est compressé (comme dans un pistolet à air comprimé) : la densité de l'air ainsi que la pression est plus forte dans la troposphère, basse couche de l'atmosphère.

La densité de l'air diminue rapidement avec l'altitude dans les premiers 250 km. Les gaz de la troposphère puis ceux de la stratosphère et de l'ionosphère occupent un volume de plus en plus grand.

1 L'air est plus dense dans la troposphère, basse couche de l'atmosphère



La pression atmosphérique dépend de la densité de l'air. Les avions volant à haute altitude sont pressurisés : on y maintient une pression suffisante de l'air.

Ionosphère

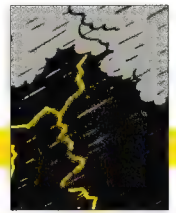
Vers 60-70 km commence l'ionosphère. Les molécules d'air y sont de plus en plus rares mais, absorbant beaucoup de radiations solaires, elles s'échauffent fortement. Les différences de température déterminent des courants dont l'activité, très variable, serait responsable des caprices du temps.

Extrait de l'album *Vol 714 pour Sydney*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 90-06

Pourquoi fait-il froid en altitude ?



1 l'air froid est plus léger que l'air chaud
2 l'air est plus rare en altitude et retient moins la chaleur
3 le Soleil brille moins longtemps en altitude

Air

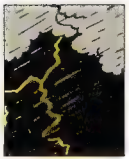
En altitude, il fait plus froid que dans la plaine, car l'air y est plus rare : il retient moins la chaleur du Soleil emmagasinée par la Terre durant le jour.

Plus on s'élève, plus la température diminue (d'1°Ctous les 150 m) même à l'équateur.

Le rôle de l'air

L'air dans lequel nous vivons joue le rôle d'une serre : il diminue les écarts de température ; le jour, il freine l'arrivée de la chaleur solaire, et la nuit, il ralentit le départ de la chaleur emmagasinée par le sol durant la journée.

2 En altitude, l'air est plus rare et retient moins la chaleur



En montagne, les vents d'altitude sont plus violents qu'en plaine et accroissent encore l'abaissement des températures.

En montagne, le matelas d'air se dégonfle

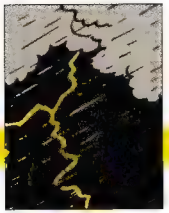
En plaine, le matelas d'air qui entoure la Terre est plus épais et les températures sont plus douces, les écarts thermiques entre le jour et la nuit plus faibles. En montagne, le matelas d'air est "dégonflé" : le sol se réchauffe très vite dès l'apparition du Soleil, mais il refroidit aussi rapidement dès la tombée de la nuit.

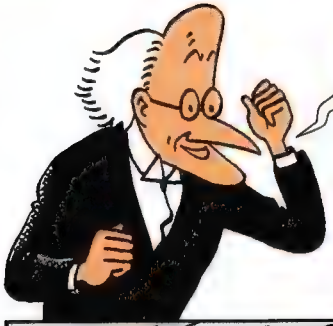
Extrait de l'album ***Le Temple du Soleil***

© MCMXCI. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Rey / Explorer
© MCMXCI. Edito-Service S.A.

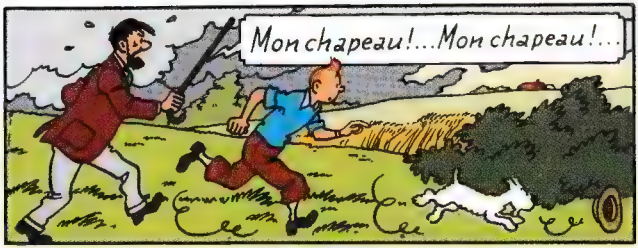
Imprimé en CEE
D2 491 05-17

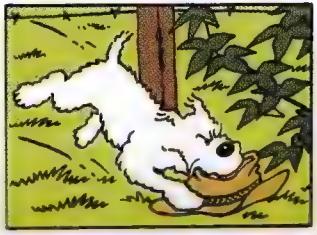
D'où vient le vent ?

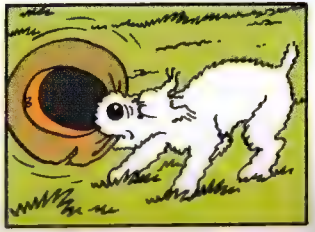




1 des nuages
2 des différences de température et de pression de l'air
3 des océans



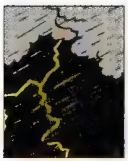




Vent

Dans l'atmosphère, d'énormes masses d'air chaud et d'air froid se bousculent. Ces mouvements créent des courants d'air, ou vents.

2 Le vent est créé par les différences de température et de pression de l'air



Les arbres exposés au vent se déforment et prennent la forme d'un drapeau.

Ce sont les différences de température et de pression qui créent cette agitation. Le Soleil chauffe plus ou moins le sol. Quand l'air est chaud, il est plus léger et s'élève ; de l'air froid, plus lourd, le remplace.

L'air n'est pas chauffé partout de la même manière

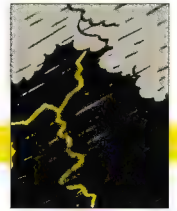
Les rayons du Soleil sont plus puissants à l'équateur, qu'ils frappent perpendiculairement. Près des pôles, ils sont plus inclinés, donc moins chauds. L'air est aussi plus chaud au-dessus des continents qu'au-dessus des océans. Pour ces raisons et aussi à cause du relief, de la rotation de la Terre, l'air, composé de masses de températures variables, est toujours instable.

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Clément / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 06-17

Pourquoi y a-t-il de l'humidité dans l'air ?



1 l'air absorbe l'évaporation des océans

2 les poussières dans le ciel retiennent l'eau de pluie

Humidité de l'air

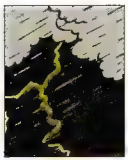
L'atmosphère est chargée d'eau, même au-dessus des déserts brûlants.

Comme une éponge, l'air absorbe l'évaporation des océans, des lacs, des rivières, la transpiration des arbres et des plantes vertes.

Un gaz presque invisible

La plus grande partie de l'humidité existe sous forme de vapeur d'eau, un gaz mêlé à l'air et presque invisible. Quand celui-ci se refroidit, l'humidité se condense en gouttelettes d'eau minuscules et forment les nuages, les brumes, les brouillards ou la rosée du matin.

1 Il y a de l'humidité dans l'air car celui-ci absorbe l'évaporation des océans



Brouillard et brume diminuent terriblement la visibilité. Même par temps clair, il y a toujours dans l'air un léger voile à l'horizon.

Les brumes matinales

De nuit, le sol se refroidit peu à peu et refroidit ainsi l'air ; l'humidité se condense et s'approche de la saturation (de la quantité limite d'eau qu'il peut contenir), formant des nappes de brumes qui disparaissent petit à petit avec l'apparition du Soleil et le réchauffement de l'air.

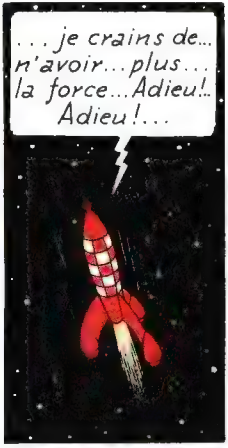
Extrait de l'album ***Le Crabe aux pinces d'or***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo F. Jalain / Explorer
© MCMXCI. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 12-16

Qu'est-ce que l'atmosphère ?

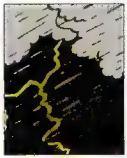
1 l'espace
2 une perturbation
3 l'enveloppe gazeuse qui entoure la Terre

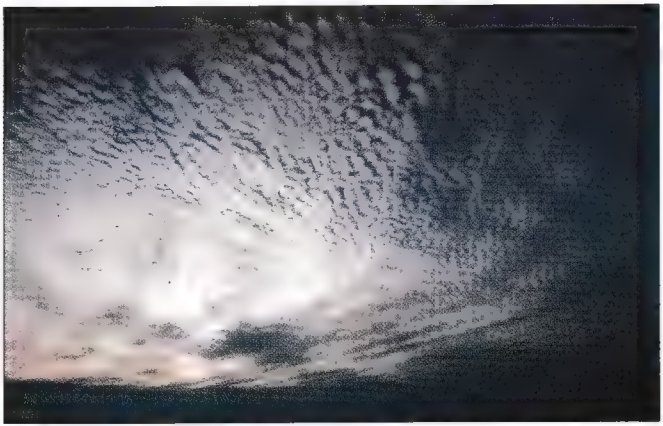


Couches de l'atmosphère

L'atmosphère est l'enveloppe gazeuse qui entoure et protège la Terre.

3 L'atmosphère est une enveloppe gazeuse qui entoure la Terre





Les nuages se forment dans la troposphère. C'est dans cette couche que les masses d'air s'affrontent.

Sans atmosphère, nous gèlerions de froid ou serions brûlés par la chaleur du Soleil.

Elle comprend plusieurs couches

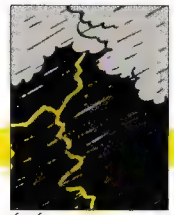
Elles s'empilent les unes sur les autres. Dans chacune, la température s'abaisse ou s'élève, alternativement. La première couche, la troposphère, commence à la surface de la Terre et mesure 17 km d'épaisseur à l'équateur, 8 km (la hauteur de l'Everest) aux pôles. En haut de la troposphère, la température est en moyenne de - 57° C. En dessus, vient la stratosphère dont la température augmente jusqu'à 0° C vers 50 km d'altitude. Cette couche contient peu d'air mais abrite la précieuse couche d'ozone qui nous protège des rayons ultra-violets du Soleil. Au-delà, c'est la mésosphère puis, à 200 km, la thermosphère.

Extrait de l'album ***On a marché sur la Lune***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo J.- P. Nacivet / Explorer
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

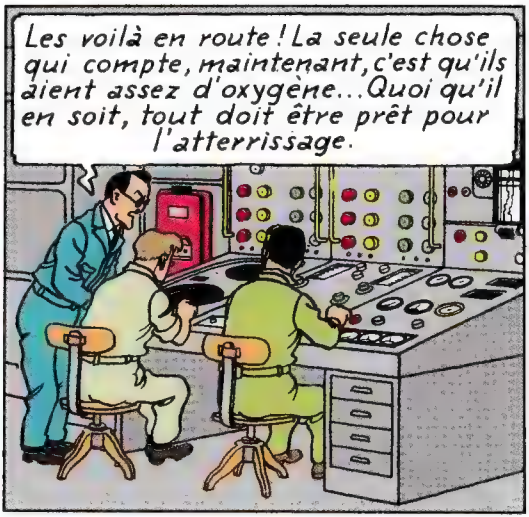
Imprimé en CEE
D2 491 14-11

L'eau est-elle présente dans la composition de l'atmosphère ?



1 non, l'atmosphère n'est composée que de gaz

2 oui, c'est un élément important de l'atmosphère

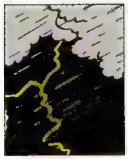


Composition de l'atmosphère

L'atmosphère est composée en majeure partie d'hydrogène et d'azote. Elle contient aussi du gaz carbonique et de l'eau (vapeur invisible, gouttelettes ou cristaux de glace).

Le gaz carbonique joue un rôle très important : il réchauffe légèrement la Terre du froid de l'espace (effet de serre) et constitue ainsi un stabilisateur thermique. Au rythme de l'industrialisation d'aujourd'hui, la teneur en gaz carbonique de l'atmosphère pourrait doubler vers le milieu du siècle prochain. Les scientifiques prennent au sérieux cette possibilité de chamboulement du climat terrestre.

2 L'eau est un élément important de l'atmosphère



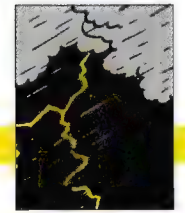
Les usines, les voitures… libèrent dans l'atmosphère des gaz, des poussières qui polluent l'air que nous respirons et peuvent provoquer des bouleversements climatiques.

L'eau dans l'air

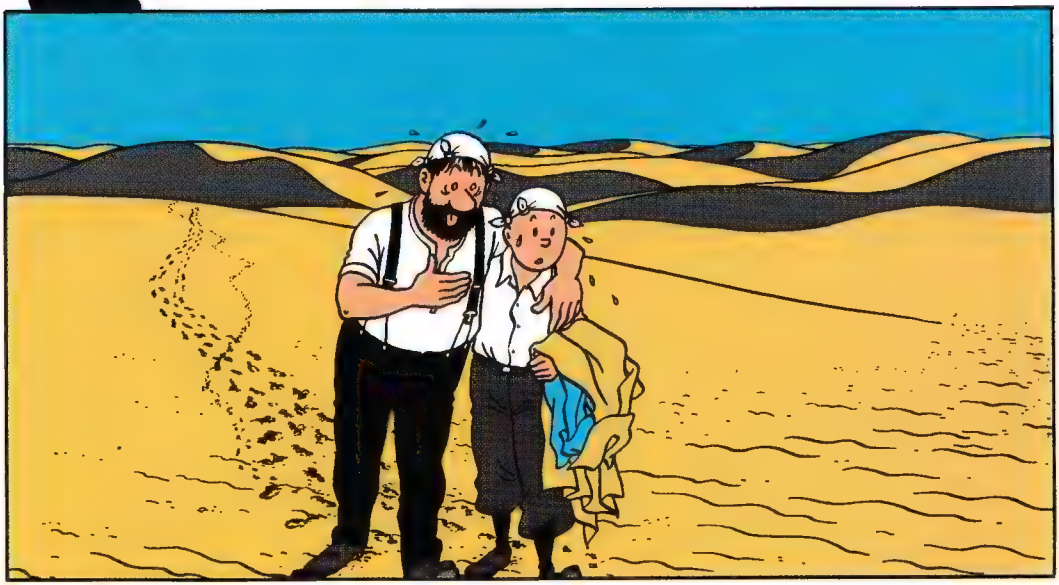
Du point de vue météorologique, l'eau est l'élément le plus important de notre atmosphère. Au dessus des déserts, et jusqu'à 14 000 ou 15 000 m d'altitude, l'air n'en contient qu'une très faible quantité, mais il peut en contenir jusqu'à 4 % au-dessus des océans.

Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*
© MCMXCII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Chandelle / Jerrican
© MCMXCII. Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 51-07

Quel gaz nous protège des rayons ultra-violets du Soleil ?



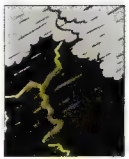
1 le fréon
2 l'ozone
3 l'oxygène



Ozone

L'ozone est un gaz très dangereux à respirer mais dans la haute atmosphère, il empêche le rayonnement ultraviolet, nocif pour les êtres vivants, d'atteindre le sol. S'il n'en était pas ainsi, toute vie sur Terre serait impossible.

2 L'ozone nous protège des rayons ultraviolets du Soleil



Actuellement, les scientifiques s'inquiètent de la diminution de la couche d'ozone.

L'ozone destructeur

C'est l'ozone qui se forme près du sol : son taux est élevé dans les régions urbaines et industrielles très polluées : les autos dégagent des oxydes d'azote, qui, sous l'action des rayons solaires, sont transformés en ozone, responsable du dépérissement des arbres.

L'ozone protecteur

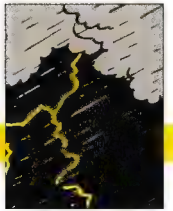
Entre 15 et 40 km d'altitude, une couche d'ozone arrête les rayons ultraviolets. Hélas, cet écran est menacé par les gaz d'échappement des avions et par les bombes à aérosol qui envoient un gaz très léger, haut dans l'atmosphère : le fréon. Sous l'action des rayons solaires, ce gaz réagit avec l'ozone et le détruit.

Extrait de l'album *Le Crabe aux pinces d'or*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo D. Maton / Explorer
© MCMXCII, Edito Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 17-20

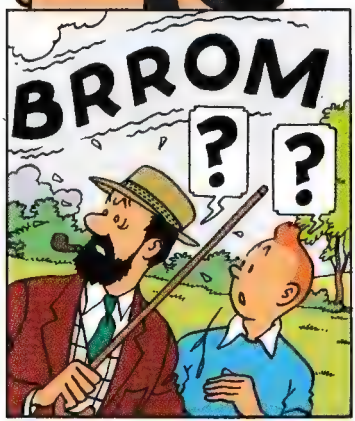
Qu'est-ce qu'un front, en météorologie ?



1 la ligne de rencontre de deux masses d'air adverses

2 l'arrivée de la pluie

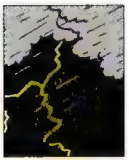
3 une baisse de température

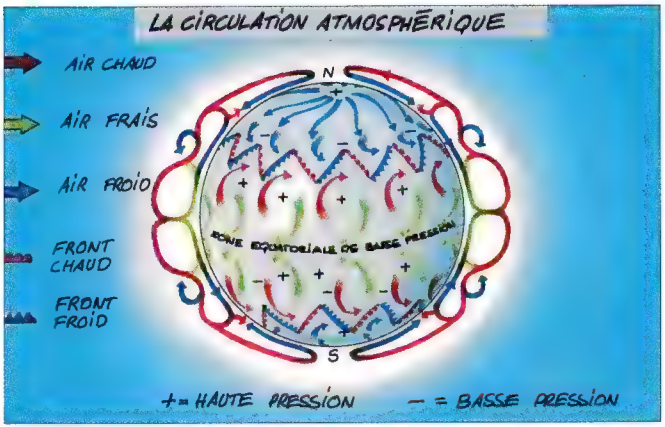


Air

D'importants échanges thermiques se font dans l'atmosphère. Au point de rencontre entre deux masses d'air de températures différentes, se créent des fronts, responsables du changement de temps.

1 Un front est la ligne de rencontre de deux masses d'air adverses





Les fronts sont des zones de conflits entre les masses d'air qui circulent tout autour de la Terre.

Les différences de température qui existent entre les pôles et l'équateur créent une énergie thermique provoquant la circulation des masses d'air. Dans l'absolu, l'air chaud équatorial s'élève et se déplace vers les pôles, au-dessus d'une masse d'air polaire qui se dirige vers l'équateur.

Combats de masses d'air

Les masses d'air avancent ou reculent, s'opposant le long de surfaces minces : les fronts. Le plus important est le front polaire ; il sépare les masses d'air polaire et d'air tropical ; il descend en hiver jusqu'à la Méditerranée et remonte en été jusqu'à la Scandinavie.

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariès
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 07-08

Qu'est-ce qu'un front froid, en météorologie ?

1 une masse d'air polaire

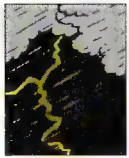
2 la zone frontière d'une perturbation, là où l'air froid repousse l'air chaud

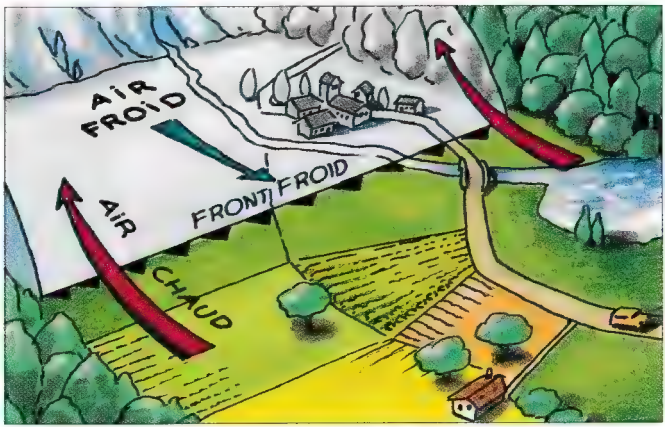
Front froid

Les masses d'air se déplacent, avancent ou reculent, mais ne se mélangent pas. Elles s'opposent le long de minces surfaces de contact : les fronts. Le plus important sépare les masses d'air polaire et d'air tropical : c'est le front polaire, véritable champ de bataille qui entraîne un défilé de nuages et de vents, des pluies et des éclaircies.

Le front polaire est festonné de vastes dépressions tourbillonnaires. Le passage de ces dépressions au-dessus de nos régions tempérées s'accompagne de perturbations typiques.

2 Un front froid est la zone frontière d'une perturbation, là où l'air froid repousse l'air chaud





Un front froid amène des coups de vent violents ainsi que des bourrasques de pluie. Le long du front, les orages avancent. Après son passage, il reste encore dans le ciel quelques cumulus de beau temps.

Le passage d'un front froid

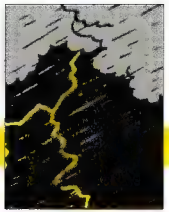
Quand la masse d'air froid arrive soudain dans l'air chaud (front froid), ce dernier se soulève et se refroidit très rapidement. Des nuages épais se forment, le ciel se couvre, la pluie menace, parfois éclatent de violents orages. Mais comme le front s'éloigne, l'air devient plus froid et bientôt les nuages sont emportés au loin.

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 84-16

Quel type de temps entraîne le front chaud d'une dépression ?



1 du beau temps
2 de la pluie
3 du brouillard

Front chaud

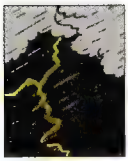
Les dépressions qui ondulent le long du front polaire se composent d'un front froid du côté où l'air froid repousse l'air chaud, et d'un front chaud du côté où l'air chaud refoule l'air froid.

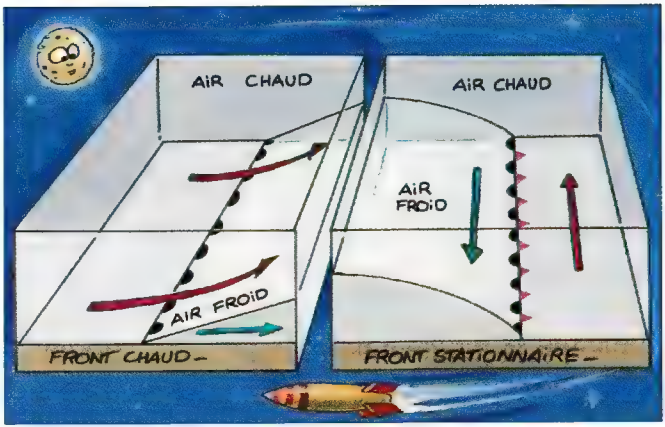
Une dépression s'amorce dans un mouvement tournant. De l'air chaud à l'est avance vers l'air froid : c'est le front chaud. A l'ouest, de l'air froid s'avance vers l'air chaud : c'est le front froid.

L'air chaud monte

A l'est, à l'avant de la perturbation, l'air chaud grimpe sur l'air froid. A l'ouest, à l'arrière, l'air froid se glisse sous l'air chaud. Mais comme le front froid avance plus vite que le front chaud, il finit par le rattraper : on dit alors que le front est occlus. Au sol, à l'approche du front chaud, la pression baisse, une pluie fine s'installe pour plusieurs heures (le front froid, lui, apporte des averses orageuses). Quand le front est occlus, l'air chaud, renvoyé en altitude perd en pluie son humidité : le beau temps revient enfin.

2 Le front chaud d'une dépression entraîne de la pluie





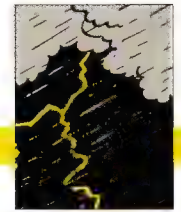
Le passage d'un front s'accompagne toujours de mauvais temps.

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

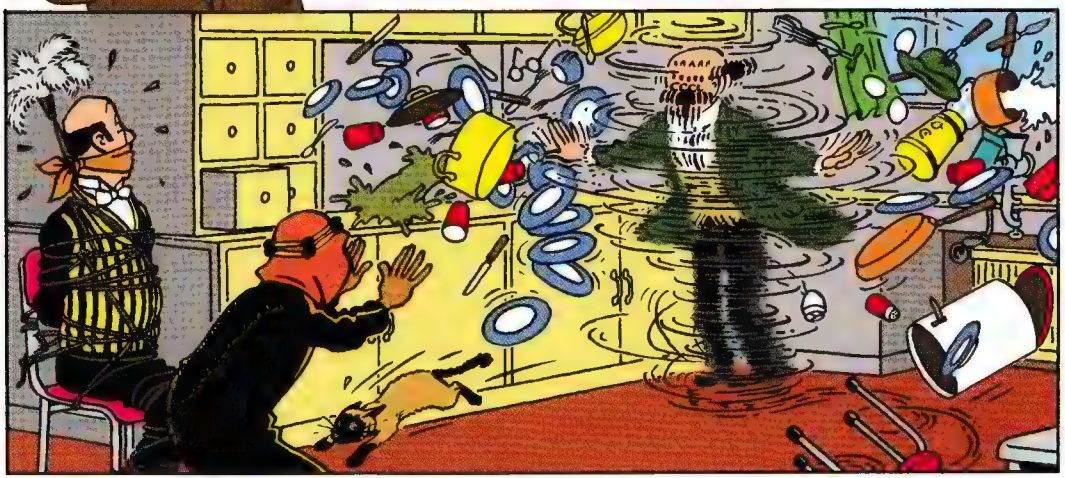
Imprimé en CEE
D2 491 84-17

Les vents sont-ils déviés par la rotation de la Terre?



1 oui, c'est ce qu'on appelle la force de Coriolis

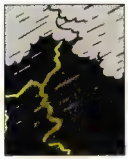
2 non, la rotation de la Terre n'a aucune incidence sur la trajectoire des vents

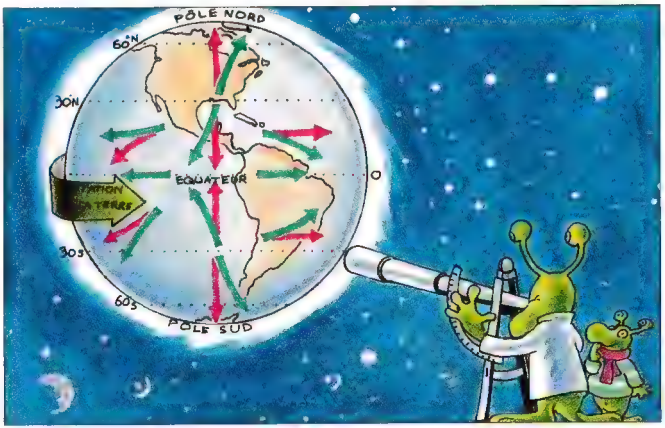


Force de Coriolis

Les déplacements d'air que sont les vents sont déviés par la rotation terrestre (force de Coriolis) : vers la droite dans l'hémisphère Nord et vers la gauche dans l'hémisphère Sud.

1 Les vents sont déviés par la rotation de la Terre (force de Coriolis).





Coriolis, mathématicien français du XIXe siècle, découvrit, le premier, cet effet de déviation des vents dû à la rotation de la Terre.

Si la force de Coriolis n'existait pas, les vents circuleraient en droite ligne des zones où la pression est élevée (anticyclones) vers les zones où la pression est plus basse (dépressions).

L'effet déviant de Coriolis

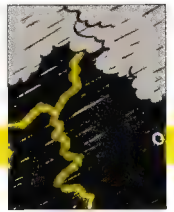
Le mouvement de rotation de la Terre sur elle-même (d'ouest en est) a une influence sur la trajectoire de tous les corps en déplacement à sa surface. En effet, la force de Coriolis s'exerce non seulement sur les vents, mais sur les déplacements des masses d'eau en leur imprimant un mouvement tourbillonnaire dans le sens des aiguilles d'une montre, dans l'hémisphère Nord et dans le sens inverse dans l'hémisphère Sud. Cette force est nulle à l'équateur et maximale aux pôles.

Extrait de l'album *Coke en stock*

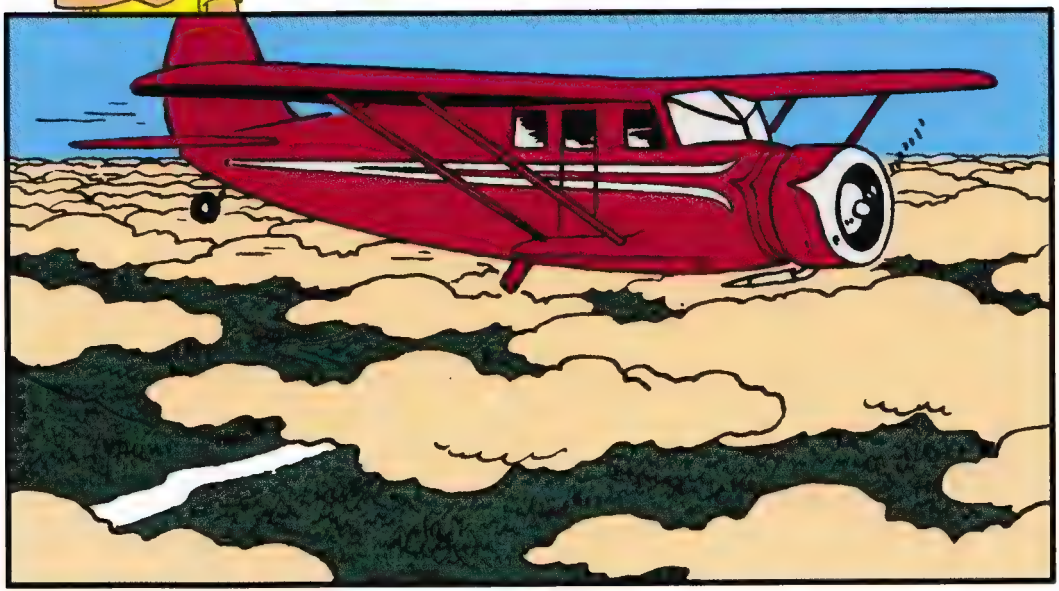
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 51-09

Qu'est-ce qui crée les nuages ?



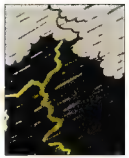
1 la condensation de l'humidité de l'air
2 la hausse des températures
3 le vent



Formation des nuages

Les nuages se forment chaque fois qu'il y a assez d'humidité dans l'air, et chaque fois que cet air humide monte assez haut pour que la vapeur d'eau se refroidisse et se condense.

1 La condensation de l'humidité de l'air crée les nuages



L'observation des nuages est un élément important de la météorologie : selon leur forme, leur altitude, ils permettent de prévoir le temps qu'il fera.

Lorsque le soleil chauffe les océans, les lacs, les rivières, l'eau s'évapore sous forme de vapeur.

L'air chaud, plus léger que l'air froid

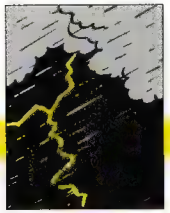
Des molécules d'air chaud et humide se dilatent, deviennent plus légères que l'air froid environnant et s'élèvent. En prenant de l'altitude, elles se refroidissent jusqu'à ce qu'elles deviennent si froides que leur vapeur d'eau se condense en gouttelettes. Les nuages n'engendrent pas forcément de la pluie. Certains se dissipent, s'évaporent dans l'air environnant plus sec. D'autres peuvent au contraire s'épaissir, se développer et persister plusieurs heures avant de libérer leur charge d'humidité en pluie.

Extrait de l'album *Le Sceptre d'Ottokar*

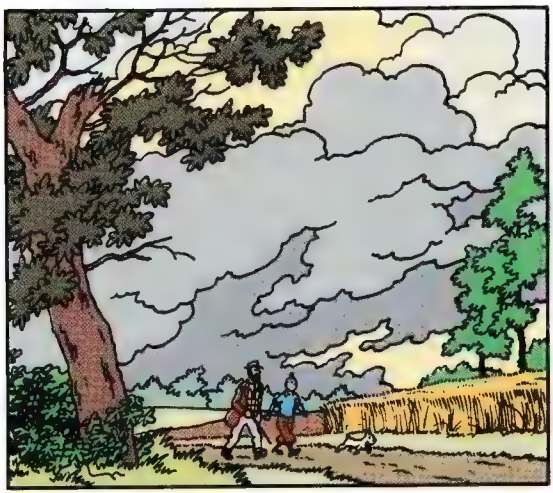
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Floy / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 57-09

Quels sont les nuages responsables des orages ?



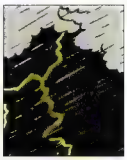
1 les cumulo-nimbus
2 les stratus
3 les cirrus



Cumulo-nimbus

Les cumulo-nimbus, ces nuages noirs en forme d'énormes champignons qui s'accumulent dans le ciel après une journée chaude, annoncent généralement un orage.

1 Ce sont les cumulo-nimbus qui sont responsables des orages



Les cumulo-nimbus qui s'amoncellent dans le ciel comme d'énormes champignons sont responsables des orages.

La foudre est une décharge électrique

Ces nuages sont chargés d'électricité. Quand deux d'entre eux se touchent, une décharge électrique se produit, la foudre. Celle-ci se traduit par de grandes zébrures aveuglantes qui déchirent le ciel, les éclairs.

Le tonnerre n'est que le bruit de la décharge

Le son se déplace moins vite que la lumière : on voit donc l'éclair avant d'entendre le tonnerre.

On peut évaluer la distance de l'orage en comptant les secondes qui séparent l'éclair du coup de tonnerre (3 s = environ 1 km).

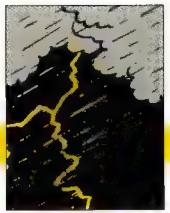
Il ne faut pas craindre le tonnerre : quand on l'entend, la foudre est déjà tombée. Mais il faut éviter de s'abriter sous un arbre, car la foudre est attirée par les points élevés.

Extrait de l'album ***L'Affaire Tournesol***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Jalain / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 02-01

Lesquels de ces nuages sont-ils les plus hauts dans le ciel ?



1 les altocumulus
2 les stratocumulus
3 les cirrostratus

Altitude des nuages

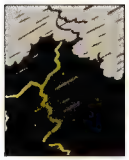
Il existe une grande variété de nuages. Les principaux sont classés selon leur forme et leur altitude.

Les nuages en couches minces sont des stratus ; ceux en flocons, des cirrus ; ceux en boules, des cumulus.

A chacun son étage

Les hauteurs des nuages varient suivant les saisons, les zones climatiques. Au-dessus des villes, la base des nuages est plus haute que dans la campagne, plus froide. D'une manière générale, le préfixe *cirro* désigne des nuages au-dessus de 6 000 m d'altitude et le préfixe *alto* des nuages entre 2 000 et 6 000 m. A l'étage inférieur, se situent les cumulonimbus, les stratocumulus, les cumulus, les stratus, les nimbostratus. Les nuages débordent souvent sur l'étage supérieur ou inférieur. Les cumulonimbus, en forme de montagne et responsables des orages, se développent verticalement et pénètrent dans l'étage supérieur.

3 Les cirrostratus sont des nuages plus élevés que les stratocumulus ou que les altocumulus



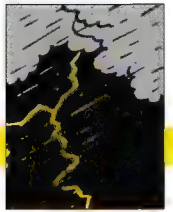
Le stratus, le plus bas de tous les nuages, naît parfois à partir du brouillard qui dérive au-dessus d'une zone de terre tiède puis s'élève. Ce nuage gris prend l'allure d'un plafond et donne souvent de la bruine.

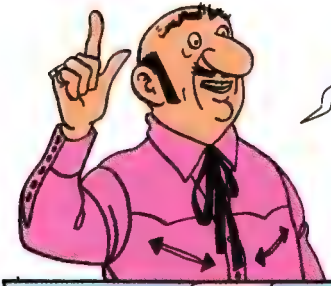
Extrait de l'album *Les Cigares du Pharaon*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Goudouneix / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 66-16

D'où viennent les noms des nuages ?



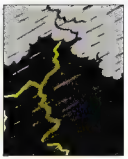


1 du latin
2 du grec
3 de l'anglais

Noms des nuages

C'est un Anglais, Luke Howard, qui établit en 1803 la première classification des nuages. Il leur donna des noms latins : cirrus (boucle de cheveux), stratus (couche étendue), cumulus (tas).

1 Les noms des nuages viennent du latin



Ciel de cumulus. Chaque type de nuage annonce un certain temps.

A partir de cela, les météorologistes ont répertorié tous les types de nuages en fonction de leur forme, de leur altitude, de leur façon de progresser dans le ciel.

Trois formes de base

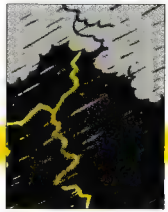
Les cirrus, entre 6 000 et 12 000 m, sont de délicats filaments de cristaux de glaces ; les stratus, les plus bas de tous les nuages, à moins de 2 500 m, sont gris et prennent l'allure d'un plafond ; les cumulus, de 2 500 à 13 000 m, se développent en énormes tours : la base est souvent sombre tandis que le sommet a de brillants reflets blancs. En évoluant, les nuages prennent des formes intermédiaires : cirrocumulus, cirrostratus, altostratus, stratocumulus, cumulonimbus...

Extrait de l'album ***Les Cigares du Pharaon***

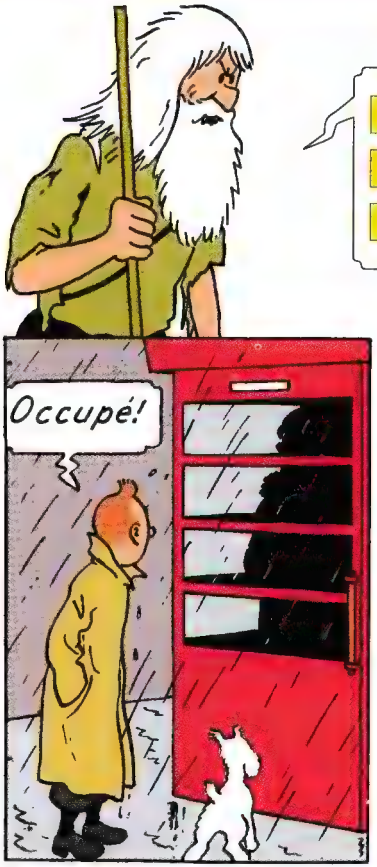
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo P. Le Floc'h / Explorer
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 18-09

Quel terme général désigne la pluie, la neige, la grêle ?



1 les précipités
2 les précipitations
3 la pluviosité

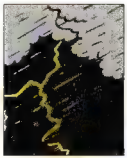


Précipitations

La pluie, la neige, la grêle – toute l'eau atmosphérique qui tombe sur la terre – forment les précipitations. Leur importance joue un rôle essentiel dans l'évolution du climat et l'organisation des activités humaines.

Suivant la quantité de pluie et la saison pendant laquelle elle tombe, on cultive telle plante plutôt qu'une autre. Les climatologues, qui étudient la répartition des climats dans le monde et leur évolution, établissent leurs analyses à partir des moyennes journalières, mensuelles ou annuelles des précipitations.

2 La pluie, la neige, la grêle sont désignées par le terme plus général de précipitations



En mesurant les hauteurs d'eau recueillies en divers lieux, on peut tracer des courbes d'égale pluviosité et dresser des cartes des précipitations.

Le pluviomètre

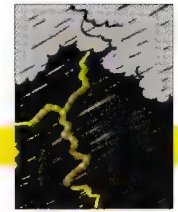
C'est un récipient relié à un tube gradué en millimètres qui fournit une indication chiffrée sur la hauteur d'eau tombée. Certains pluviomètres sont enregistreurs : la quantité d'eau obtenue s'inscrit automatiquement sur une feuille, de même que, pour la grêle, la force d'impact des grêlons.

Extrait de l'album *Le Secret de la Licorne*

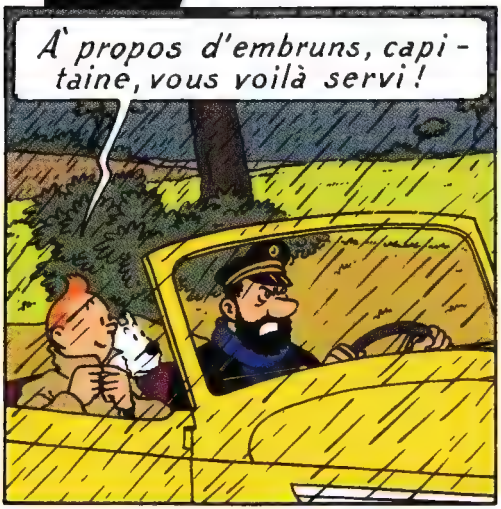
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo F. Persuy / Sipa Press
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

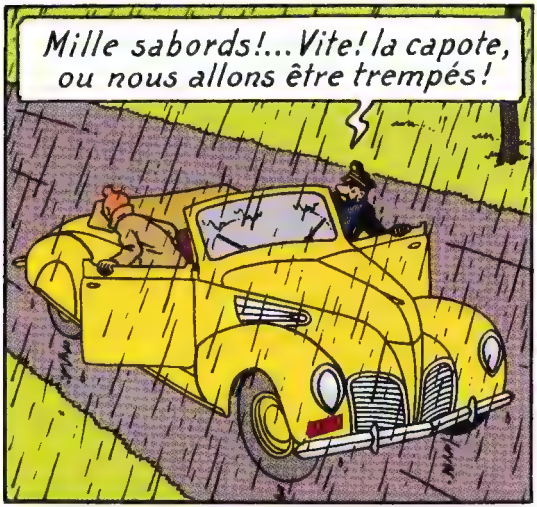
Imprimé en CEE
D2 491 21-09

Quel instrument permet-il de mesurer l'humidité de l'air ?



1 l'hygromètre
2 l'hydromètre
3 le pluviomètre

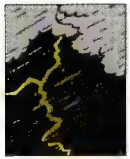




Hygromètre

La grande partie de l'humidité contenue dans l'air existe sous forme de vapeur d'eau. On mesure cette humidité avec un hygromètre.

1 L'hygromètre permet de mesurer l'humidité de l'air



Les mesures hygrométriques permettent de prévoir le brouillard, la pluie.

Un hygromètre permet de mesurer l'humidité relative de l'air, c'est-à-dire la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air par rapport à la quantité maximale d'eau que l'air pourrait contenir à une certaine température et à une certaine pression.

L'hygromètre à cheveu

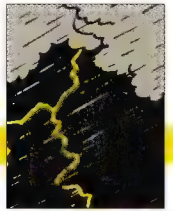
Il fonctionne grâce à un cheveu humain relié à une échelle graduée : quand l'air est humide, le cheveu placé à l'intérieur de l'instrument s'allonge, quand l'air est sec, il se rétrécit. Pour plus de précision, on utilise un psychromètre, composé de 2 thermomètres à boules sèche et humide. La première mesure la température de l'air ambiant. La seconde est entourée d'une mousseline humide. Plus l'air est sec, plus l'eau de la mousseline s'évapore et plus la boule se refroidit. La différence de température entre les 2 boules indique le taux d'humidité.

Extrait de l'album *Les Sept Boules de cristal*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo J. Fi / Option-Photo
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 71-01

Pourquoi pleut-il ?



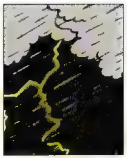
1 la vapeur d'eau de l'atmosphère se condense en se refroidissant

2 le vent fait éclater les nuages

Pluie

Quand la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère se condense sous l'effet d'un refroidissement de l'air, des nuages se forment, pouvant provoquer la pluie.

1 En se refroidissant, la vapeur d'eau de l'atmosphère se condense et tombe en pluie



Plus l'air s'élève, plus il se dilate, et à mesure qu'il se dilate, il se refroidit : la vapeur d'eau se condense et forme des gouttes d'eau.

Tous les nuages ne s'accompagnent pas de pluie : la condensation de la vapeur d'eau ne suffit pas à faire tomber les gouttelettes.

La rupture d'équilibre

Pour que les gouttelettes puissent tomber, il faut qu'elles grossissent, se rapprochent les unes des autres et deviennent si lourdes qu'elles finissent par tomber sous forme de pluie. Mais ce phénomène ne peut se produire que si des courants ascendants qui traversent les masses nuageuses persistent : la condensation se développe alors jusqu'à ce que les gouttelettes - ou les cristaux de glace dans les couches plus froides - perdent l'équilibre.

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo E. Sampers / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 11-13

Quel est le poids du plus gros grêlon qu'on ait découvert ?

MÉTÉOROLOGIE - 24

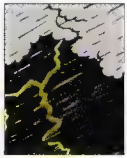
1 1,9 kg
2 972 g
3 768 g

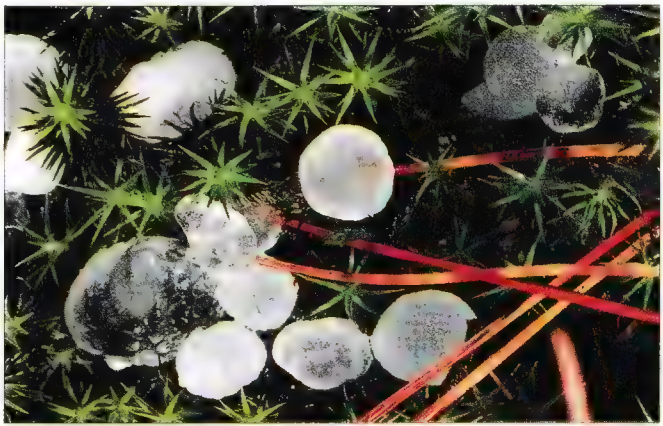
Grêle

Les cumulo-nimbus sont de gros nuages sombres. Ils deviennent parfois de gigantesques masses qui se déversent soudainement en orages accompagnés de pluie ou de grêle.

Ces nuages d'orage appelés cumulo-nimbus sont de lourdes masses d'air, de vapeur d'eau et de glace. A l'intérieur, les cristaux de glace sont entraînés par de violents courants d'air. Ils grossissent : l'eau gèle autour d'eux en couches semblables à des pelures d'oignons. Ils se transforment alors en grêlons. Le plus gros grêlon qu'on ait pesé faisait 1,9 kg (ex-U.R.S.S.).

1 Le poids du plus gros grêlon découvert était de 1,9 kg





Les grêlons, même petits, tombent avec une telle violence qu'ils saccagent en peu de temps champs, vignobles, vergers.

Canons antigrêle

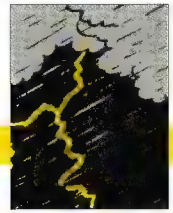
Pour arrêter les formations de grêle, grande dévastatrice des récoltes, on inventa vers 1900, en Italie, des canons antigrêle. Pierres et autres projectiles étaient lancés vers les nuages porteurs de grêle pour les disperser. En fait, les charges atteignaient rarement assez d'altitude pour être efficaces.

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Animals Animals / Sunset
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 59-04

Quand une avalanche survient-elle ?

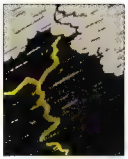


1 après une forte chute de neige
2 après un redoux
3 les 2 cas peuvent provoquer une avalanche

Avalanche

La neige peut provoquer l'un des phénomènes montagnards les plus violents : l'avalanche. D'une manière générale, elle est due au manque de cohésion d'une épaisse couche de neige qui a tendance à glisser sur les versants raides, mais ses formes sont variées.

3 Une forte chute de neige ou un redoux peuvent provoquer une avalanche



En haute montagne, les alpinistes quittent le refuge alors qu'il fait encore nuit, de manière à pouvoir gravir le sommet et le descendre avant le début du dégel qui peut entraîner des avalanches.

Par temps très froid, des chutes de neige abondantes provoquent les avalanches poudreuses, douées d'une incroyable vitesse. La neige est alors si instable que la simple vibration de l'air produite par un bruit déclenche le mouvement. Son pouvoir destructeur réside surtout dans l'air qu'elle chasse devant elle, le souffle arrachant les arbres, détruisant les maisons.

Neige ramollie

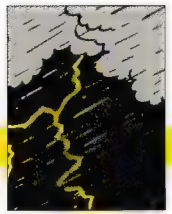
Les avalanches de neige humide, fondante, et donc plus compacte, sont plus prévisibles quant à leur emplacement : elles empruntent des couloirs raides et surviennent après un redoux, aux heures chaudes de la journée.

Extrait de l'album *Tintin au Tibet*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Limer / Jerrican
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

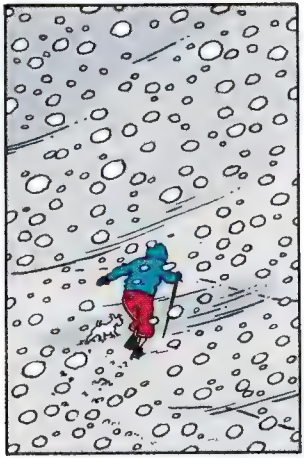
Imprimé en CEE
D2 491 78-10

Comment se forme la neige ?



1 au-dessous de 0° C, les gouttes d'eau des nuages gèlent et tombent en flocons

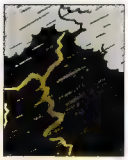
2 quand l'air est très humide et froid, le brouillard monte et se change en neige



Neige

Quand la température descend brusquement au dessous de 0° C, les minuscules gouttes d'eau des nuages se transforment en très fines aiguilles de glace.

1 En dessous de 0° C, les gouttes d'eau des nuages gèlent et tombent en flocons de neige



Les étoiles de neige sont formées d'aiguilles de glace qui s'assemblent selon des modes géométriques variés. Elles ont toujours six branches.

Étoiles de neige

En tombant, ces aiguilles s'accrochent et s'agglutinent autour des poussières qui flottent dans l'air : grains de sable, particules de fumée ou de cendre... Elles s'assemblent en formant des cristaux : les étoiles de neige. Les étoiles ont des dessins géométriques variés mais possèdent toujours six branches. Certains cristaux prennent la forme de prismes.

Les flocons

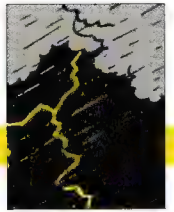
Si l'air est calme, sans vent, les étoiles de neige tombent une à une. Mais si l'air est agité, les étoiles s'accrochent les unes aux autres et forment des flocons irréguliers, plus ou moins gros. Un flocon, c'est beaucoup d'air emprisonné au creux d'aiguilles de glace.

Extrait de l'album ***Tintin au Tibet***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo MTO / E. Pahaut / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

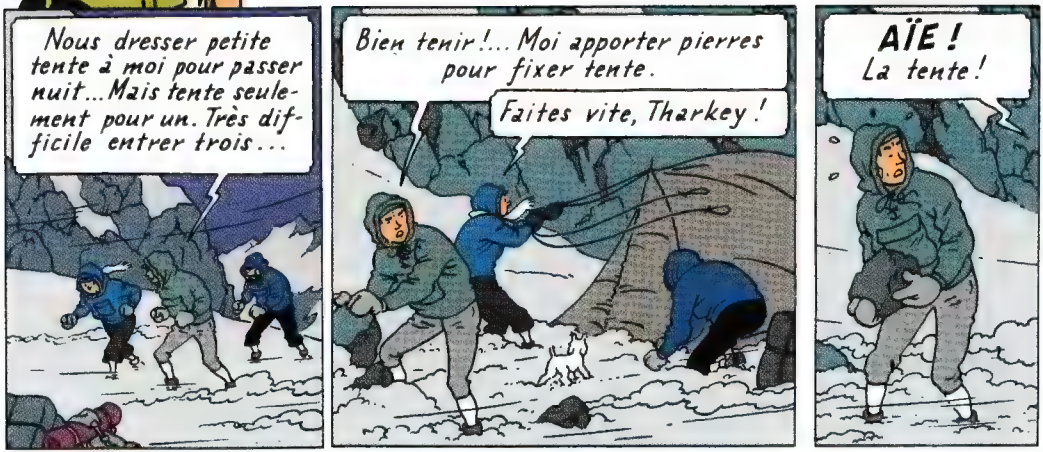
Imprimé en CEE
D2 491 01-12

A quoi est due la formation du vent ?



1 aux différences de pression entre les masses d'air

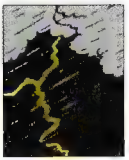
2 aux différences d'humidité entre les masses d'air



Formation du vent

Les couches d'air de l'atmosphère sont rarement immobiles. Leur instabilité donne naissance à des vents : des courants d'air.

1 Les différences de pression entre les masses d'air provoquent la formation du vent



L'eau suit la plus forte pente : de même, plus la différence de température (et de pression) entre les masses d'air est grande, plus la vitesse du vent est forte.

La pression (le poids) que l'atmosphère exerce sur la Terre est variable d'une région à l'autre.

Une circulation permanente

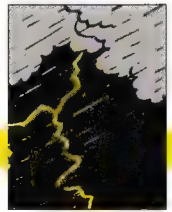
Dans les zones bien chauffées par le Soleil, la pression atmosphérique est faible : ce sont les zones de basses pressions, appelées aussi dépressions ou cyclones. Elles se définissent par des mouvements ascendants de l'air chaud. Dans les régions froides, au contraire, l'air est plus lourd et la pression atmosphérique plus forte. Ce sont les zones de hautes pressions, ou anticyclones : l'air y est affecté d'un mouvement descendant, au cours duquel il se réchauffe. Ainsi, les vents soufflent où l'air présente des différences de températures, se dirigeant toujours des hautes vers les basses pressions.

Extrait de l'album *Tintin au Tibet*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo J.-P. Nacivet / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 84-15

Dans le désert comment s'appelle le vent chargé de sable ?



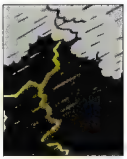
MÉTÉOROLOGIE - 28

1 le mistral
2 le simoun
3 le fœhn

Noms des vents

A l'échelle de la planète, soufflent des vents dominants qui portent des noms particuliers selon les régions, tels les alizés, la mousson, mais il existe des vents locaux dus à des conditions géographiques particulières (couloir entre des montagnes, bords de mer, présence du désert...).

2 Le simoun est un vent chargé de sable qui souffle sur les déserts



La girouette indique la direction du vent. C'est le plus ancien des instruments de la connaissance du temps.

Chacun de ces vents locaux portent un nom : le simoun s'appelle le chamsin, en Égypte. Le sirocco, sec et brûlant, se dirige du Sahara vers l'Algérie.

Les vents de France

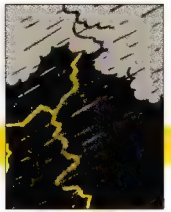
Le noroît et le suroît désignent en France des vents venant de la mer et soufflant du nord-ouest et du sud-ouest. Le mistral, qui s'engouffre dans la vallée du Rhône, atteignant parfois plus de 100 km/h, assure un beau temps froid dans le Midi et sur les côtes méditerranéennes. Les brises, agréables et fraîches, s'opposent aux bises, cinglantes et glacées. L'aquilon est le vent du nord.

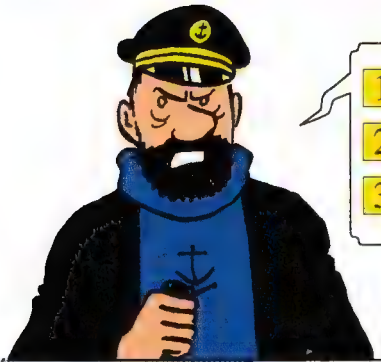
Extrait de l'album ***Tintin au pays de l'or noir***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo G. Thouvenin / Explorer
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 18-20

Qu'est-ce qu'un jet-stream ?





1 un avion supersonique
2 un vent d'altitude très puissant
3 un cyclone

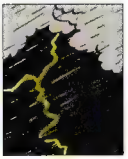
Jet-stream

Les jet-streams sont des vents d'altitude très puissants qui circulent autour de la Terre, d'ouest en est.

Ils prennent naissance au-dessus du lieu de rencontre d'une masse d'air chaud et d'une masse d'air froid.

Leur vitesse est plus grande en hiver.
Lorsque la différence de température entre ces deux masses d'air est grande – c'est le cas en hiver – les jet-streams atteignent 500 km/h. En été, la différence étant moins forte, leur vitesse tombe et devient celle d'un vent de tempête.

2 Un jet-stream est un vent d'altitude très puissant



Aujourd'hui, sur les trajets qui vont dans le sens des jet-streams, les avions profitent de ces vents pour obtenir un surcroît de vitesse.

La découverte des jet-streams
A la fin de la Seconde Guerre mondiale, est entré en service le premier avion pouvant voler à une altitude de plus de 9 000 m. Les pilotes s'aperçurent que sur certains trajets, la vitesse tombait de 560 km/h à 240 km/h : ils naviguaient contre un jet-stream !

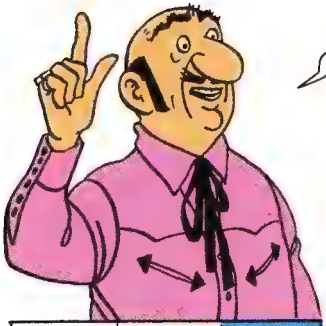
Extrait de l'album ***Vol 714 pour Sydney***

© MCMXCI. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo E. de Malglaive / Explorer
© MCMXCI. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 08-05

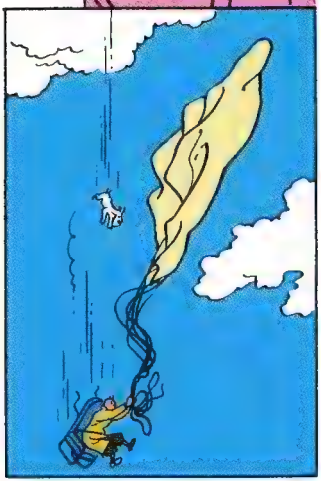
Comment planeur ou parachute montent-ils dans le ciel ?

MÉTÉOROLOGIE - 30



1 ils utilisent les courants d'air chaud (ascendance thermique)

2 ils utilisent les courants d'air froid

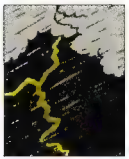


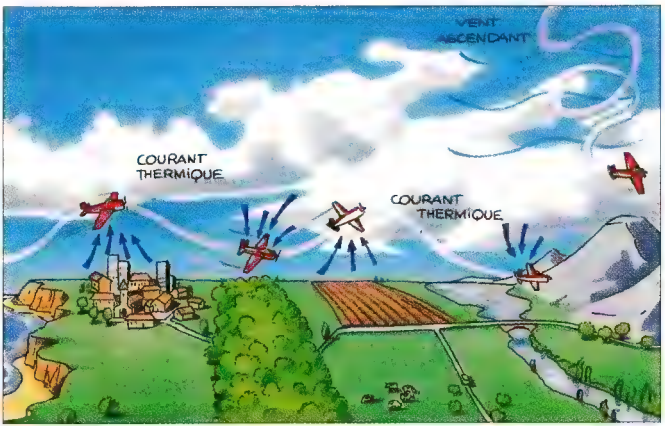
Ascendance thermique

Dans les basses couches de l'atmosphère, l'air est rarement immobile : il s'échauffe ou se refroidit plus ou moins selon la nature du sol. Ces différences de température créent des mouvements qui sont parfois canalisés par le relief. Ainsi, l'air chaud, léger, monte (ascendance thermique) en longeant le flanc d'une montagne.

Les pilotes des planeurs et ceux qui pratiquent le vol à voile connaissent bien ces mouvements ascendants de l'air : ils utilisent les colonnes d'air chaud pour s'élever dans le ciel.

1 Planeur ou parachute montent dans le ciel en utilisant les courants d'air chaud (ascendance thermique)





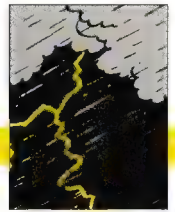
En montagne, les pratiquants de vol à voile jouent avec les brises de pente : le jour, les parois rocheuses se réchauffent rapidement et provoquent l'ascendance des masses d'air qui sont à leur contact.

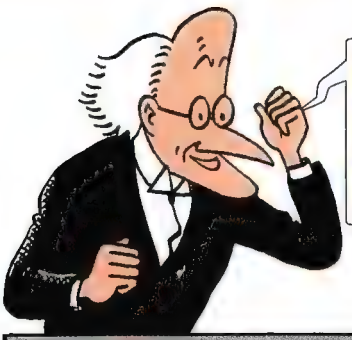
Gagner ou perdre de l'altitude

Au-dessus d'un plan d'eau, d'une forêt, l'air se refroidit et le planeur pique vers le sol, entraîné par un courant rabattant. Mais le phénomène s'inverse le long de la côte, aux abords d'une colline, près d'une paroi rocheuse abritée ou au-dessus d'une ville ou d'un champ labouré : il remonte alors, entraîné dans une ascendance.

Extrait de l'album *Le Sceptre d'Ottokar*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabarrés
© MCMXCIII, Edito-Service S.A
Imprimé en CEE
D2 491 78-11

Où se forment les cyclones ?



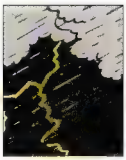


1 au-dessus de l'Équateur
2 dans les régions tropicales
3 dans les régions polaires

Cyclone

Les cyclones sont des tempêtes violentes, dévastatrices qui se forment dans les régions tropicales.

2 Les cyclones se forment dans les régions tropicales



Le diamètre d'un cyclone peut atteindre 500 km, mais ses effets dévastateurs ne se font sentir que dans un périmètre de quelques dizaines de kilomètres.

Les masses d'air chaud et humide qui circulent au-dessus des océans entre l'Équateur et les tropiques peuvent se mettre à tourbillonner sous l'action de la rotation de la Terre et des vents réguliers, les alizés. Les masses d'air forment alors dans l'atmosphère un gigantesque entonnoir qui se déplace, accompagné de fortes pluies, en détruisant tout sur son passage.

L'œil du cyclone

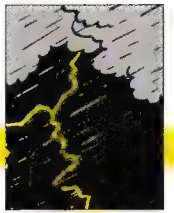
Au centre du cyclone, la force centrifuge créée par la rotation rapide des masses d'air repousse les nuages : dans une zone d'environ 30 km de diamètre, le ciel est serein et il ne souffle qu'une légère brise : c'est l'œil du cyclone. Le pouvoir destructeur d'un cyclone tient à la vitesse des vents qui l'animent : de 200 à 300 km/h. Sa vitesse de déplacement varie de 20 à 50 km/h.

Extrait de l'album ***Les Sept Boules de cristal***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo M. Marenthier / Hoa-Qui
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 25-20

Peut-on prévoir l'arrivée d'un cyclone ?



1 non, car sa route est sinueuse et sa vitesse soumise à des accélérations

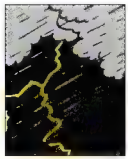
2 oui, grâce aux photos prises par satellite

Prévision des cyclones

Les cyclones étaient bien plus meurtriers quand ils n'étaient pas signalés à l'avance. Aujourd'hui, on sait les détecter pour observer leur évolution et sauver ainsi des vies humaines.

Les cyclones naissent au-dessus des océans tropicaux. Dans l'hémisphère Nord, on les observe surtout en septembre, au moment où la mer atteint sa température maximale. Chaque année, une dizaine de cyclones se déplacent dans l'Atlantique et la mer des Caraïbes, mais ils sont peu nombreux à atteindre les côtes de la région.

2 Les photos prises par satellite permettent de prévoir l'arrivée d'un cyclone



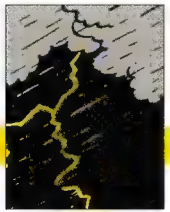
Le passage d'un cyclone cause de gros dégâts : toitures arrachées, cultures ravagées, villes dévastées, bateaux naufragés. Il s'accompagne souvent d'une "marée de tempête" provoquant des inondations.

Détection, prévention

Lorsqu'un cyclone est repéré par satellite, des avions de reconnaissance volent à travers la tempête pour mesurer la violence du vent et calculer sa route. Comme celle-ci est capricieuse, les observations se font au jour le jour et heure après heure dès que le cyclone s'approche des côtes. On peut alors faire évacuer la population.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Weather Stock / Sunset
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CE!
D2 491 60-01

A quelle vitesse tournoient les vents d'une tornade ?

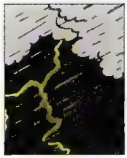


1 à 50 km/h, environ
2 à 100 km/h, environ
3 à 400 km/h, environ

Tornade

Les tornades passent en quelques minutes ; leurs spirales tournoyantes de vent font de terribles dégâts, soulevant animaux, voitures et constructions...

3 Les vents d'une tornade tourbillonnent à 400 km/h environ



Une tornade, ou trombe, progresse à environ 50 km/h. A l'intérieur du tourbillon, les spirales de vent atteignent 400 km/h, parfois le double.

Les tornades se forment dans de vastes nuages lorsqu'une colonne d'air chaud s'élevant brutalement est mise en rotation par les vents au sommet des nuages.

Colonne tournoyante

L'air absorbé dans la colonne tourbillonnante tourne très vite, s'étirant sur plusieurs kilomètres à travers le nuage, et forme un entonnoir. Quand l'entonnoir atteint le sol, un terrible courant ascendant aspire dans les airs voitures, personnes, maisons, arbres... Le tourbillon s'accompagne de grêle ou de pluie et de décharges électriques presque continues. Particulièrement fréquentes et violentes aux États-Unis, les tornades peuvent survenir partout où il y a des orages.

Extrait de l'album ***Les Cigares du Pharaon***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Science source / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 13-01

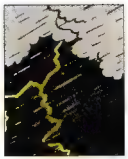
Quel nom porte un vent violent, glacial et chargé de neige?

1 la tornade
2 le blizzard
3 le mistral

Blizzard

Les blizzards soufflent au Canada, au nord des États-Unis, au Groenland, en Sibérie et aussi dans l'Antarctique. Ces vents extrêmement violents soufflent en rafales pouvant dépasser 100 km/h et soulèvent de terribles tempêtes de neige.

2 Le blizzard est un vent violent, glacial et chargé de neige



Les blizzards déclenchent des tempêtes de neige pendant lesquelles la visibilité est réduite à quelques mètres.

Un blizzard éclate avec une telle brusquerie, qu'en quelques minutes, le temps passe du calme absolu à un vent de 15 m/s. Il peut durer de plusieurs heures à 6 jours et davantage.

Un chaos impénétrable

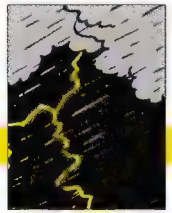
Nombre d'explorateurs sont morts dans un blizzard. Ceux qui ont survécu en parlent avec des termes terrifiants. Pour l'homme exposé au froid, le vent a beaucoup d'importance : il accentue le refroidissement de l'organisme. L'impossibilité de voir à quelques mètres rend toute sortie hors d'un abri, dangereuse. Les hommes ne peuvent qu'attendre la fin de la tempête, tandis que s'accumulent les congères de neige.

Extrait de l'album *Tintin au Tibet*

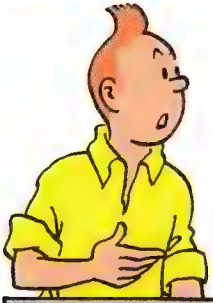
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Parer-Cook / Auscape / Explorer
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 56-13

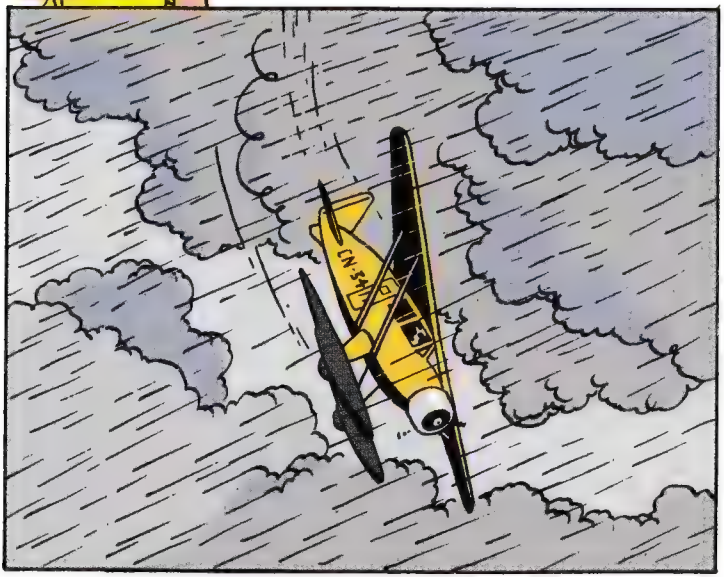
Quel est le nom des cyclones tropicaux dans le Pacifique ?



MÉTÉOROLOGIE - 35



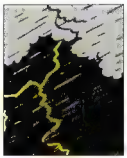
1 ouragans
2 willy-willies
3 typhons



Typhon

Les cyclones tropicaux s'appellent willy-willies près des côtes d'Australie, parfois ouragans dans l'océan Atlantique. Dans le Pacifique, on parle de typhons. Ces phénomènes sont identiques. Ils ne diffèrent que par leur nom.

3 Les cyclones tropicaux prennent le nom de typhons dans le Pacifique



Le Japon, l'Inde, les Philippines, le Viêt-nam subissent régulièrement des typhons provoquant la mort de centaines ou de milliers de personnes, malgré les prévisions météorologiques.

Sous les tropiques, il n'existe qu'une demi-douzaine de régions susceptibles de ouvoir engendrer ces tempêtes. Elles sont réparties entre l'Atlantique Nord, le Pacifique Nord, l'océan Indien, la mer d'Oman et la mer de Chine. Les typhons se produisent toute l'année, mais surtout entre août et septembre. Il peut y en avoir une vingtaine par an, rien que dans le Pacifique Nord.

Noms de baptême

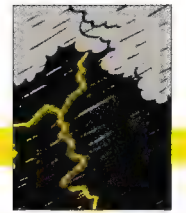
Chacune de ces tempêtes est baptisée. Le typhon Nina fit 700 morts aux Philippines, en 1980. Mais la plus grande catastrophe du siècle eut lieu au Pakistan, en 1970 (400 000 morts).

Extrait de l'album *Le Crabe aux pinces d'or*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Weather Stock / Sunset
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 60-02

Qu'est-ce que l'œil de la tempête ?



MÉTÉOROLOGIE -36

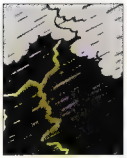
1 une zone où les vents tournoyants sont très violents

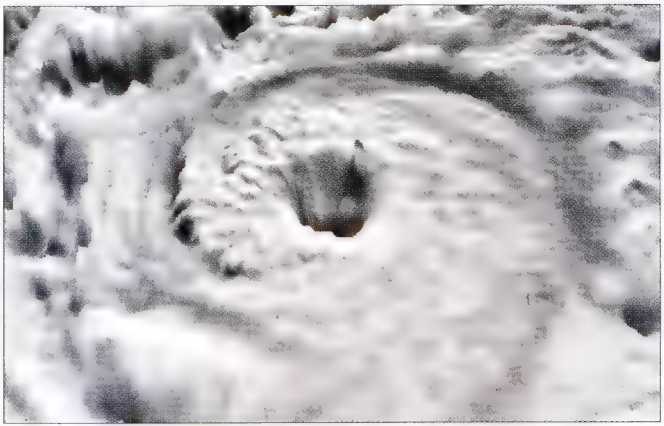
2 une zone de calme, sans nuages et avec des vents faibles

Œil de la tempête

Typhons, cyclones, ouragans sont de très violentes tempêtes. Lors de leur déplacement, elles tournoient en cercles toujours plus resserrés autour d'un centre : l'œil, une zone de calme où les vents soufflent à moins de 25 km/h.

2 L'œil de la tempête est une zone de calme, sans nuages et avec des vents faibles





Les photographies de cyclones effectuées par satellites montrent d'immenses bandes nuageuses en forme de spirales au milieu desquelles apparaît un petit cercle clair : l'œil.

Au moment de sa formation, le cyclone n'est qu'une forte dépression. Il acquiert de l'énergie grâce à l'air chaud qu'il aspire en se déplaçant au-dessus des mers chaudes. Quand il arrive près des côtes, ses vents tourbillonnent à 200 km/h ou plus autour de l'œil.

Un petit coin de ciel clair

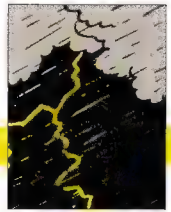
La pression de l'air, dans l'œil d'un cyclone, est basse, et le calme y règne. Son diamètre peut atteindre jusqu'à 40 km. A la bordure de cette zone, appelée le mur de l'œil, circulent les vents les plus violents (jusqu'à 300 km/h), accompagnés de pluies torrentielles. Plus on s'éloigne du mur de l'œil, plus la vitesse des vents s'amenuise.

Extrait de l'album *Le Crabe aux pinces d'or*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 59-03

Quel nom portent les vents locaux qui soufflent près des rivages ?



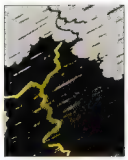
1 brise de mer et brise de terre
2 mistral
3 foehn

Brise de mer

Brise de mer et brise de terre sont des vents locaux qui soufflent sur une distance limitée près des rivages. Ils sont provoqués par des différences de température entre les masses d'air situées au-dessus de la terre et au-dessus de la mer.

Pendant le jour, le soleil chauffe les terres qui, à leur tour, chauffent l'air et ce dernier s'élève pour céder la place à un flux d'air marin plus frais, plus lourd. Inversement, la nuit, la mer, qui a gardé un peu de la chaleur du jour, réchauffe l'air et il y a appel de l'air plus froid et plus lourd venant de la terre.

1 La brise de mer et la brise de terre sont des vents locaux qui soufflent près des rivages



La vitesse de la brise croît en fonction de la température. Sa vitesse maximale est de 13 à 16 km/h en zone tempérée, de 32 à 38 km/h en zone tropicale.

Des vents fidèles

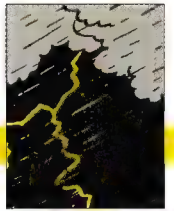
Dans les régions tropicales, ces vents sont très réguliers et se font sentir jusqu'à 160 km à l'intérieur des côtes. Dans nos régions, ces brises sont saisonnières et apparaissent à la fin du printemps, en été.

La brise de mer souffle alors de 10 à 14 heures environ, la brise de terre prenant alors le relais. Les marins connaissent bien ces inversions de vent.

Extrait de l'album *L'Ile Noire*

© MCMXCII Hergé Moulinsart - Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII Edit. Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 49 47 19

Qu'est-ce que la mousson ?



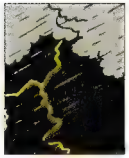
MÉTÉOROLOGIE - 38

1 un orage tropical
2 une pluie torrentielle
3 un système de vents

Mousson

La mousson est un système de vents saisonniers soufflant essentiellement en Asie, de la mer vers le continent, en été, du continent vers la mer, en hiver.

3 La mousson est un système de vents



Les moussons sont typiques de l'Inde, mais ces alternances de saisons surviennent aussi dans d'autres régions tropicales comme au nord-est de l'Australie.

La mousson humide d'été

Des vents humides du sud-ouest soufflent de l'océan Indien, et le ciel se charge de nuages : des pluies torrentielles s'abattent sur l'Inde et jusqu'au nord, vers l'Himalaya. La mousson provoque de fréquentes inondations, surtout dans le delta du Gange, en Inde et au Bangladesh, mais ces pluies qui surviennent après 6 mois de sécheresse sont attendues avec joie par les agriculteurs. Dans l'Inde du Nord, on fête leur arrivée en se balançant. En Chine, les pluies de mousson étaient symbolisées par le dragon, créature bienfaisante et protectrice des cieux.

La mousson sèche d'hiver

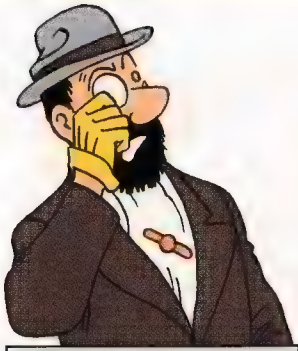
En hiver, le phénomène s'inverse : des vents venant de l'Asie centrale apportent un air froid et sec pour 6 mois.

Extrait de l'album ***Le Lotus Bleu***

© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo B. Maltaverne / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 12-17

Quelle est la distance de visibilité, par temps de brouillard ?

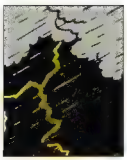


1 inférieure à 1 km
2 supérieure à 1 km
3 supérieure à 2 km

Brouillard

Lorsque l'air contient autant de vapeur d'eau que sa température le permet, on dit qu'il est saturé. Dans l'air saturé, le plus léger refroidissement de la température provoque une condensation qui entraîne la formation du brouillard ou de la brume, au niveau du sol.

1 Par temps de brouillard, la distance de visibilité est inférieure à 1 km



Dans les brouillards épais, la visibilité peut s'abaisser à quelques mètres. Ici, nappe de brouillard sur le lac de Genève.

Le brouillard et la brume se forment surtout la nuit, car le soleil provoque, en se couchant, un sensible refroidissement de l'air à proximité du sol ou d'une étendue d'eau. Les masses de gouttelettes d'eau ainsi condensées ont une densité variable, dont l'importance détermine la différence entre la brume (visibilité supérieure à 1 km) et brouillard (visibilité inférieure à 1 km).

Brouillard d'hiver

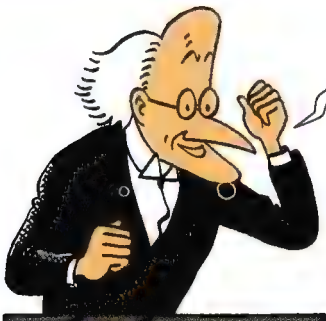
Les brouillards sont plus fréquents en cette saison sur les régions humides (mer, forêts, prés, marécages, vallées). Les grandes villes connaissent rarement ce phénomène car elles sont des foyers de chaleur pendant l'hiver.

Extrait de l'album *L'Ile Noire*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

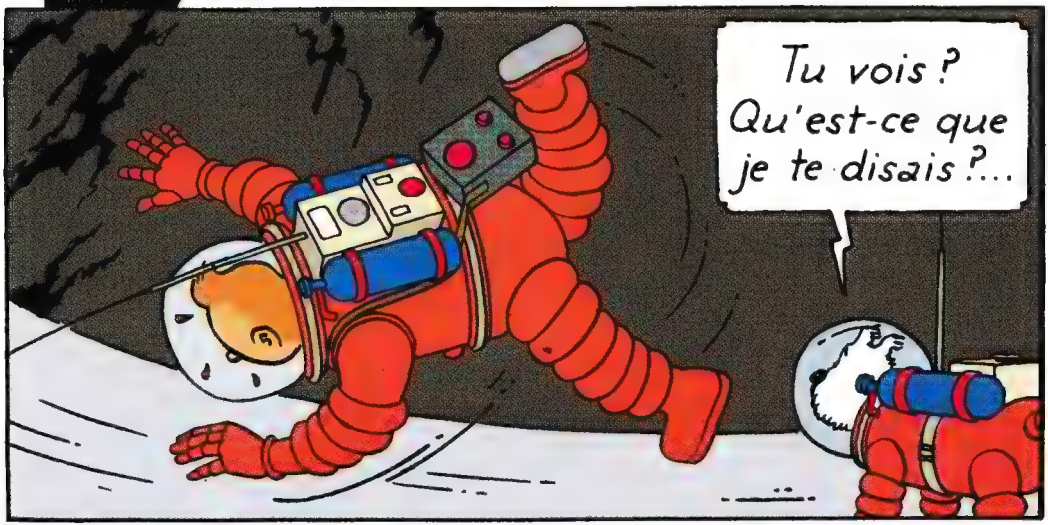
Imprimé en CEE
D2 491 27-15

Comment le verglas se forme-t-il ?



1 lorsque la pluie tombe sur un sol glacé

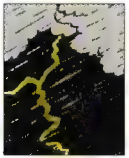
2 lorsque la vapeur d'eau se cristallise en fines aiguilles



Verglas

Le verglas résulte de la brusque congélation de gouttes d'eau (brume, pluie ou brouillard) lorsque celles-ci tombent sur des objets dont la surface est à moins de 0 °C. Il forme une fine couche de glace transparente, glissante, particulièrement dangereuse pour les automobilistes.

1 Le verglas se forme lorsque la pluie tombe sur un sol glacé



Le verglas est particulièrement dangereux pour les automobilistes, car il forme des plaques souvent invisibles et inattendues.

Le verglas se forme aussi lorsque la neige au sol, après avoir fondu, se congèle de nouveau. Les vallées de montagne qui, lorsqu'elles sont encaissées, ont un faible ensoleillement, sont des lieux particulièrement propices à la formation du verglas.

Antidérapants

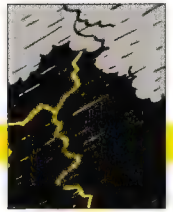
Le verglas est dangereux pour les piétons comme pour les automobilistes. Sur les autoroutes et les voies publiques verglacées, des services de voiries répandent du sable ou du sel sur la chaussée. Dans les agglomérations, les occupants des maisons donnant sur rue sont tenus de jeter de la sciure sur les trottoirs, le sel étant interdit là où il y a des arbres.

Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo C. Nardin / Explorer
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

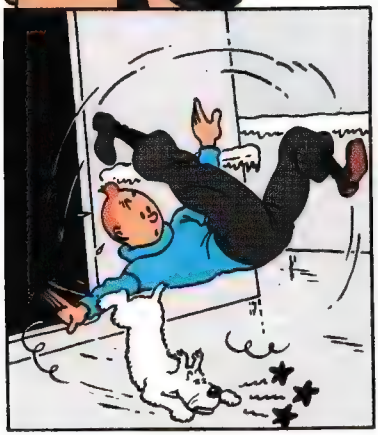
Imprimé en CEE
D2 491 78-01

Comment se forme le givre ?



1 par brusque congélation des gouttes d'eau du brouillard ou des nuages

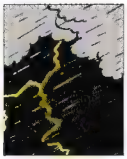
2 par congélation des gouttes de rosée



Givre

Le givre est une couche de glace très fine et blanche qui recouvre, souvent en hiver, par temps brumeux, les branches des arbres, les fils télégraphiques, les vitres des fenêtres.

1 Le givre se forme par brusque congélation des gouttes d'eau du brouillard ou des nuages



Les dépôts de givre forment parfois de beaux dessins sur les vitres. Ils disparaissent aux premiers rayons de soleil.

Le givre est provoqué par la brusque congélation des gouttelettes d'eau qui existent au sein des brouillards ou des nuages dont la température est en dessous de 0°C.

Le givrage

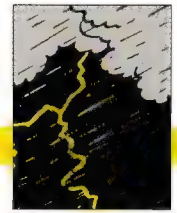
Ces gouttelettes d'eau surfondues sont en déséquilibre dans l'air : aussi, se déposent-elles sur la moindre surface solide : il se forme alors une couche de petits cristaux brillants. Le givre diffère donc de la gelée blanche matinale, qui survient par temps clair et qui n'est due qu'au refroidissement nocturne : la nuit, la terre se refroidit et la vapeur d'eau invisible contenue dans l'air plus chaud de la journée se condense en petites gouttes de rosée : s'il fait très froid, celles-ci deviennent de la glace.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 30-11

Quand se forme la gelée ?



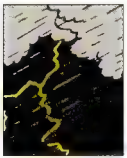
1 pendant la nuit, par temps froid et plutôt sec

2 à la tombée du jour, par temps froid et très humide

Gelée

Souvent, aux petits matins d'automne ou d'hiver, les plantes, l'herbe, les pierres sont recouvertes de petites gouttelettes d'eau qui se sont déposées la nuit. C'est la rosée, ou la gelée blanche si la température est tombée en dessous de 0°C.

1 Le gelée se forme pendant la nuit, par temps froid et plutôt sec



La gelée blanche souligne les détails des feuilles, des branches et rend les petits matins d'hiver scintillants.

A l'état gazeux, la vapeur d'eau, quoique invisible, est présente dans l'atmosphère. Un refroidissement de l'air peut provoquer sa condensation.

Rosée et gelée : même mécanisme

A la tombée de la nuit, la terre restitue la chaleur emmagasinée durant le jour et sa température s'abaisse. La vapeur d'eau en suspension dans l'air se condense sous forme de rosée ou de gelée blanche, selon le degré de refroidissement. La gelée, à la différence du givre (qui provient d'un brouillard glacé), caractérise les temps clairs et secs. Elle couvre les corps sombres (bons radiateurs) et mauvais conducteurs : herbe, bois, surface goudronnée, etc.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo R. Cundy / Explorer
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 51-08

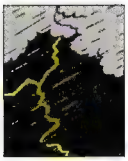
Laquelle de ces régions reçoit le plus de pluie par an ?

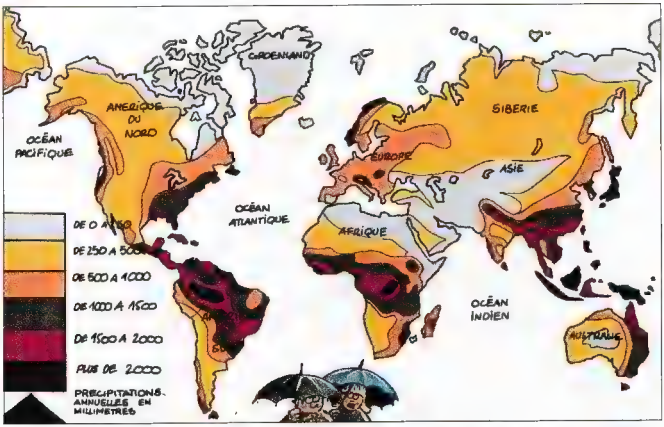
Pluviosité

Les pluies, qui dépendent surtout du déplacement des grands courants atmosphériques et des perturbations, se répartissent selon la latitude.

La principale zone pluvieuse est située de part et d'autre de l'équateur et forme autour du globe une ceinture presque continue recevant plus de 2 m de pluie par an. La pluviosité peut même atteindre 8 ou 9 m en Amazonie, 4 ou 5 m dans le bassin du Congo, 10 à 12 m sur les côtes de l'Inde et de l'Indonésie. Les zones tempérées, domaine des vents d'ouest, correspondent à 2 bandes pluvieuses plus discontinues.

2 L'Amazonie est l'une des régions les plus pluvieuses du monde





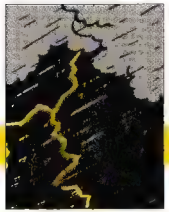
Répartition des précipitations à la surface du globe. Les régions les plus sèches forment, de l'Afrique à l'Arabie, un vaste ruban désertique qui se prolonge au cœur de l'Asie par tout un chapelet de bassins arides.

Les zones les moins arrosées

Elles se localisent aux très hautes latitudes et au voisinage des tropiques. Les régions polaires, en raison de la faible humidité de l'air, sont parmi les plus sèches : moins de 20 mm par an. Quant aux déserts tropicaux et subtropicaux, ils ont une pluviosité très faible, inférieure à 250 mm par an, et, de plus, irrégulière d'une année à l'autre.

Extrait de l'album *Les Sept Boules de cristal*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration J. Dangs
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 81-12

Les hommes peuvent-ils combattre la sécheresse ?



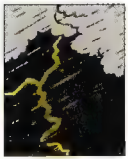
1 non, la sécheresse est due à des phénomènes atmosphériques qui échappent à leur pouvoir

2 oui, par le reboisement, notamment

Sécheresse

Jadis, nos terres étaient recouvertes de glace. Demain, des déserts géants envahiront-ils nos prairies ? Prévoir les climats dans les prochains siècles reste difficile. Les hommes peuvent cependant jouer un rôle déterminant sur l'avenir des climats.

2 Les hommes peuvent lutter contre la sécheresse, par le reboisement, notamment



Les systèmes d'irrigation les plus modernes se trouvent en Israël : goutte à goutte, récupération des surplus d'arrosage, cultures sur couches plastifiées retenant l'humidité ; ainsi, dans le désert, surgissent des vergers, des champs.

D'année en année, les zones arides s'étendent : en Mauritanie, le désert avance de 10 m par an. L'homme accélère le phénomène naturel par ses actions : dans les régions arides, les troupeaux broutent les arbustes, piétinent les herbes, les femmes coupent le bois pour en faire du combustible : peu à peu, le tapis végétal qui retenait le peu d'humidité disparaît et le taux d'aridité augmente.

Reboisement, irrigation

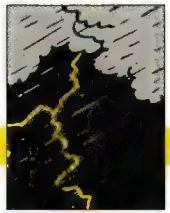
Pour stopper la désertification, les hommes plantent des arbres qui fixent la terre et retiennent l'humidité. Ils irriguent, tirant parti des pluies épisodiques ou des réserves des nappes souterraines.

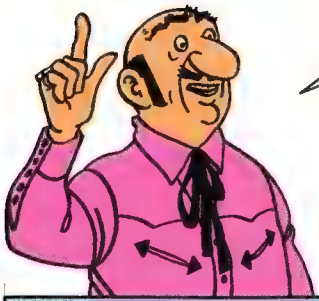
Extrait de l'album *Le Crabe aux pinces d'or*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo DR / Jerrican / Aurr
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 87-17

Quel fut le record de chaleur enregistré sur la planète ?



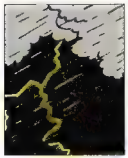


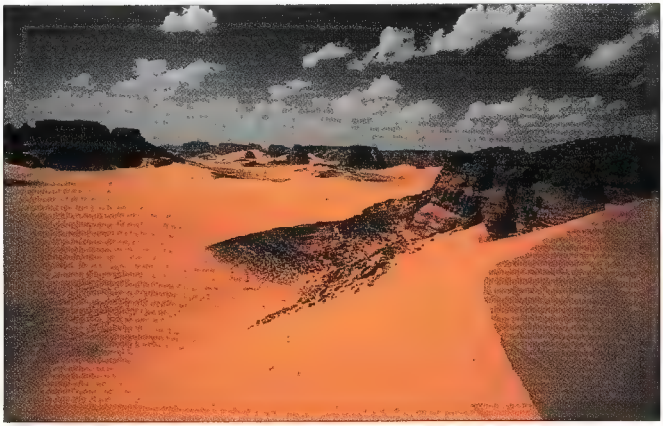
1. 58°C dans le désert de Libye
2. 56°C dans la Vallée de la Mort, aux États-Unis
3. 45°C en Éthiopie

Température

L'atmosphère qui surplombe les déserts contient très peu de vapeur d'eau, de sorte que rien ne protège le sol du rayonnement solaire.

1 Le record de chaleur fut enregistré dans le désert de Libye (58°C)





S'il fait une chaleur insupportable dans les déserts chauds, il fait encore plus froid dans les régions polaires : le record de froid fut enregistré au pôle Sud, en 1958 : -92,7° C !

La température de 58°C, enregistrée en 1922 dans le désert de Libye, est un record absolu. Elle représente la température de l'air à 1,5 ou 2 m de hauteur, sous abri, mais au niveau du sol, en milieu de journée, la chaleur peut dépasser souvent 65° C.

Chaud et froid

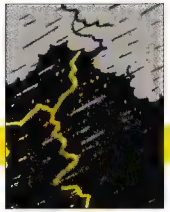
Les matériaux constituant le sol des déserts sont mauvais conducteurs de chaleur : seule une mince couche superficielle est fortement chauffée. L'énergie calorifique absorbée durant le jour est rayonnée d'autant plus vite la nuit que l'atmosphère ne contient pas de vapeur d'eau pour faire écran. Aux journées torrides succèdent des nuits glaciales. La température la plus basse observée dans les déserts chauds a été de 7°C au-dessous de zéro.

Extrait de l'album ***Tintin au Congo***

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo J.- L. Bohin / Explorer
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

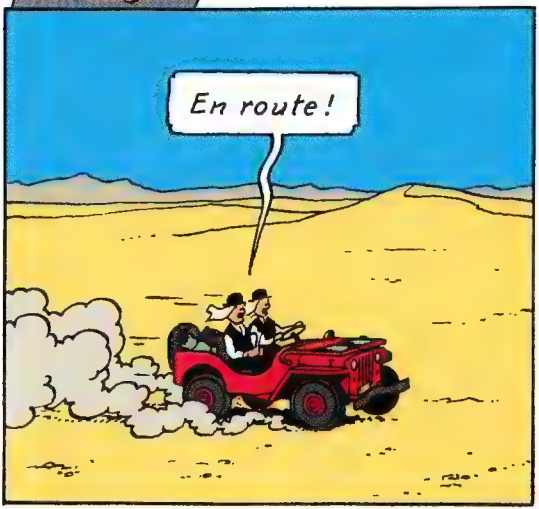
Imprimé en CEE
D2 491 43-12

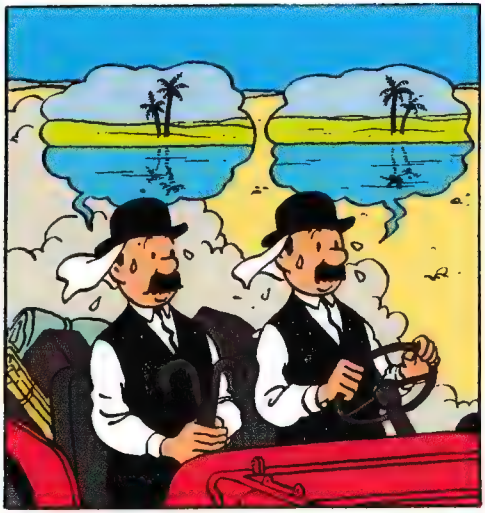
L'ensoleillement de la Terre varie-t-il avec la latitude ?



1 oui, les régions tropicales et équatoriales sont les plus ensoleillées

2 non, un bon ensoleillement dépend essentiellement de la nature du sol

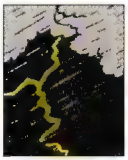


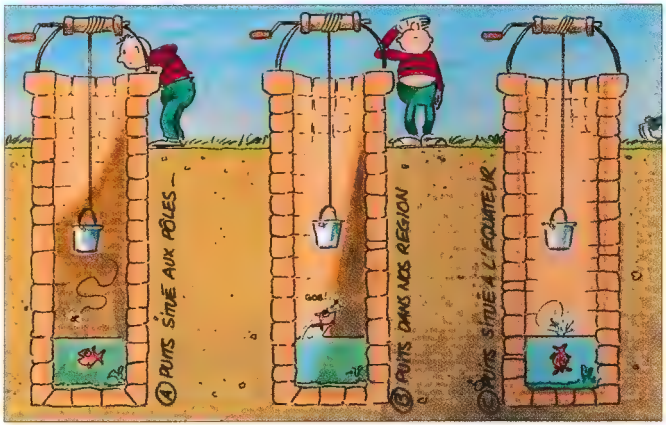


Ensoleillement

La Terre reçoit et emmagazine la chaleur sous forme de radiations (ensoleillement) et la restitue sous forme de chaleur à l'enveloppe nuageuse qui l'entoure. Mais, comme la Terre est un peu penchée par rapport au Soleil, elle ne reçoit pas partout ses rayons de la même façon. L'ensoleillement d'une région et le climat qui en découle dépendent donc avant tout de la latitude.

1 L'ensoleillement varie avec la latitude : les régions tropicales et équatoriales sont les plus ensoleillées





Voici comment arriveraient les rayons du soleil dans un puits situé aux pôles (A), dans nos régions (B) et à l'équateur (C), où un puits, si profond soit-il, est éclairé jusqu'au fond.

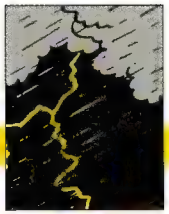
A l'équateur, il fait chaud en toutes saisons. L'ensoleillement journalier est constant (jour et nuit sont de même durée toute l'année, les rayons frappent le sol verticalement).

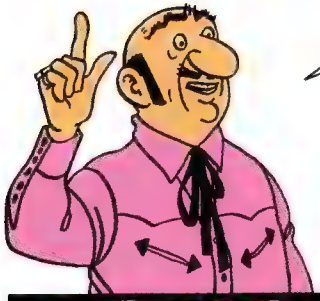
La nuit polaire

Vers les pôles, les rayons du soleil parviennent à l'oblique. Traversant une plus grande couche de l'atmosphère, ils perdent au passage une partie de leur énergie. En haute latitude, il fait froid toute l'année. Ce froid est accentué par la longue nuit polaire (6 mois).

Extrait de l'album *Tintin au pays de l'or noir*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration J. Dang
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 87-19

Toute l'énergie du Soleil parvient-elle à la Terre ?





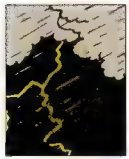
1 oui, sauf lorsque le ciel se charge de nuages

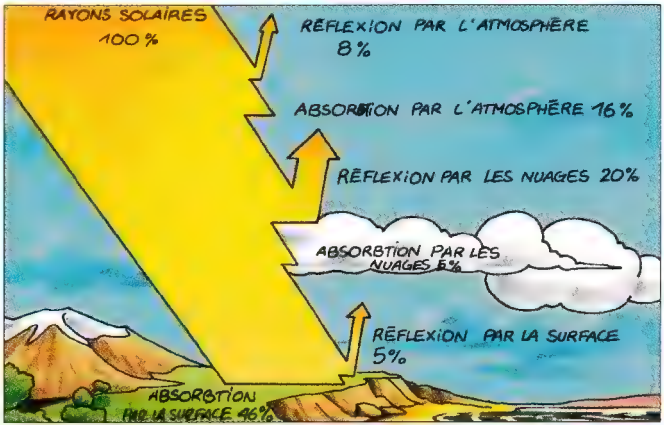
2 non, une grande partie de cette énergie est restituée à l'espace extraterrestre

Rayonnement solaire

L'énergie solaire se présente sous la forme de radiations. Celles-ci connaissent des destins divers.

2 Une grande partie de l'énergie du Soleil est restituée à l'espace extraterrestre





Moins de 47% des rayons solaires qui ont réussi à pénétrer dans l'atmosphère atteignent la surface du sol.

Certaines de ces radiations sont éparpillées lors de leur impact sur des molécules d'air, des gouttelettes d'eau, particules de poussières ou réfléchies par la couche supérieure des nuages. Près de la moitié de l'énergie est ainsi restituée à l'espace.

La Terre : une chaudière

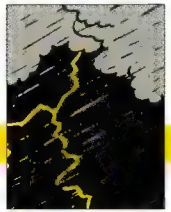
Le reste nous parvient pour la plus grande part sous forme de lumière. Cette énergie qui a parcouru 150 millions de kilomètres frappe alors un plan d'eau, un champ, une feuille... Certaines surfaces très réfléchissantes (glacier, vitres d'un gratte-ciel) renvoient un peu de cette énergie vers l'espace. Les plantes accaparent aussi une part de l'énergie solaire. Le reste, transformé en chaleur lors de l'impact contre la surface terrestre crée le temps sur notre planète.

Extrait de l'album *Le Temple du Soleil*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabarès
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 66-17

Quels sont les rayons du Soleil responsables de la chaleur ?

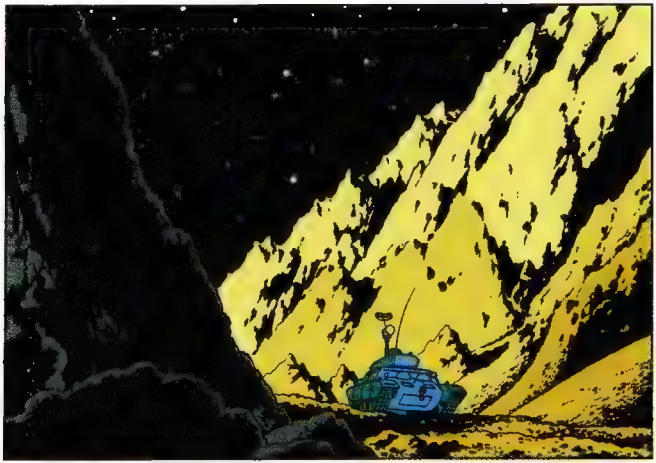


MÉTÉOROLOGIE - 48

1 les rayons X
2 les ultraviolets
3 les infrarouges

EXTRAIT DU JOURNAL DE BORD DU PROFESSEUR TOURNESOL.

6 juin - 13,40 h. (heure terrestre) - Matinée qui comptera dans les annales de la science. Nous avons réussi à mesurer directement la constante des radiations solaires, et à fixer avec précision les limites du spectre solaire dans l'ultra-violet. Il y a une heure, à 12,35 h. exactement, Wolff, le capitaine, Tintin et Milou sont partis pour un voyage d'exploration avec le Ehdr en direction du cirque Ptolémée.

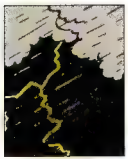


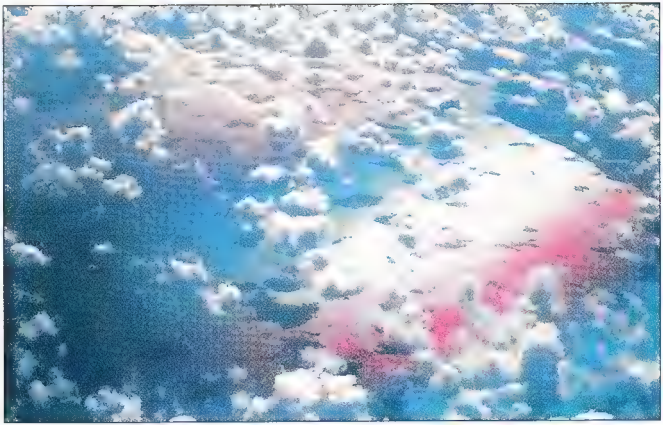
Radiations du Soleil

Les infrarouges sont des rayons de chaleur émis par le Soleil. Ils ne sont pas arrêtés par les nuages comme les ultraviolets. C'est pourquoi, même quand le ciel est couvert, la Terre reçoit la chaleur du Soleil.

Les radiations solaires qui pénètrent dans l'atmosphère rencontrent des couches de gaz qui les arrêtent, les réfléchissent ou les laissent passer. Les rayons X, nocifs, sont arrêtés vers 140 km d'altitude par les oxydes d'azote. Les ultraviolets sont en grande partie stoppés par l'ozone.

3 Les rayons du Soleil responsables de la chaleur sont les infrarouges





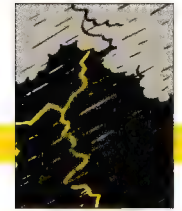
Les nuages interdisent la sortie des infrarouges vers la haute atmosphère : la chaleur reste prisonnière dans l'atmosphère : c'est ce qu'on appelle l'effet de serre.

Les infrarouges ne sont pas stoppés par l'atmosphère

Ils sont transformés en chaleur lors de leur impact contre la surface terrestre. Les océans, la Terre renvoient une partie de cette chaleur sous forme d'infrarouges. Mais ceux-ci ne repartent pas tous vers la haute atmosphère : les nuages, la vapeur d'eau de l'air leur barrent la route et les renvoient vers le sol.

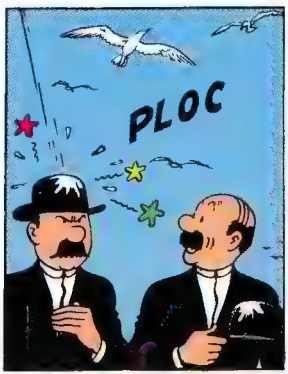
Extrait de l'album *On a marché sur la Lune*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Bhatia / P. Resear / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 66-18

Pourquoi le ciel est-il bleu ?



1 la transparence de l'air donne cette impression visuelle

2 l'air diffuse mieux le bleu, l'une des couleurs de la lumière solaire



Couleur du ciel

Quand le temps est au beau, le ciel est bleu dans la journée. Au crépuscule, il rougeoit dans la direction du soleil. Ce sont les rebondissements de la lumière solaire sur les particules de l'atmosphère qui colorent le ciel.

2 Le ciel est bleu parce que l'air diffuse mieux le bleu, l'une des couleurs de la lumière solaire

A l'aube ou au crépuscule, le soleil fait rougeoyer le ciel.

La lumière du soleil est composée de plusieurs lumières colorées. Comme les molécules de l'air diffusent mieux le bleu que le rouge, le ciel est bleu.

Le rouge du crépuscule

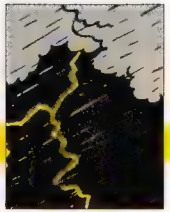
Au crépuscule, le soleil vu à travers une grande épaisseur d'atmosphère devient rouge car, à travers cette grande épaisseur, le bleu est plus dévié que le rouge : il est rejeté sur les « côtés ». Le ciel, près du soleil, devient rouge, et même à bonne distance si l'air est chargé de poussières sur lesquelles le rouge rebondit mieux que le bleu. Les nuages, eux, sont blancs ou gris suivant leur épaisseur : les gouttes d'eau ou les cristaux de glace diffusent toutes les couleurs de la même façon et chaque rebond fait perdre un peu de lumière.

Extrait de l'album *Le Temple du Soleil*

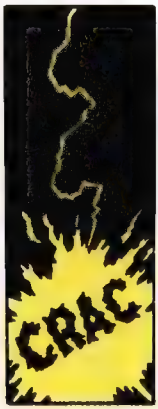
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo S. Cordier / Explorer
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 65-20

Quelle température peuvent atteindre les éclairs ?



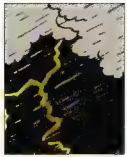
1 1 000°C
2 3 000 °C
3 30 000 °C

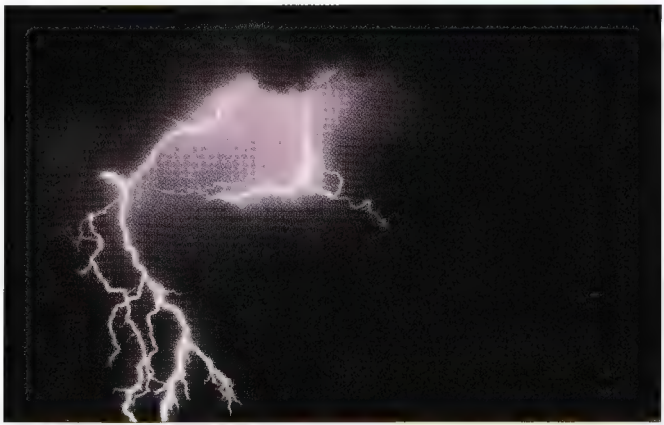


Éclair

Les éclairs sont la manifestation lumineuse de la foudre. Certains peuvent atteindre la température de 30 000° C, soit 5 fois celle de la surface du Soleil et leur vitesse peut aller jusqu'à 100 000 km/s.

3 Les éclairs peuvent atteindre jusqu'à 30 000° C





45 000 orages, au moins, éclatent chaque jour sur la Terre, s'accompagnant d'averses, de chutes de grêle et bien sûr de la foudre.

Un orage d'importance moyenne dégage autant d'énergie que la bombe atomique lancée sur Hiroshima. Les orages particulièrement importants peuvent emmagasiner 10 à 100 fois plus d'énergie.

Zigzags

La plupart des éclairs se produisent à l'intérieur même des nuages, d'autres fusent de nuage en nuage, attirés par une charge électrique plus forte, enfin, un petit nombre viennent frapper la surface de la planète. Ces décharges électriques qui se traduisent par de grandes étincelles s'amorcent généralement en ligne brisée : tous les 150 m environ, l'éclair change de direction, marquant à chaque fois une pause ultrabrève : quelques millionièmes de seconde.

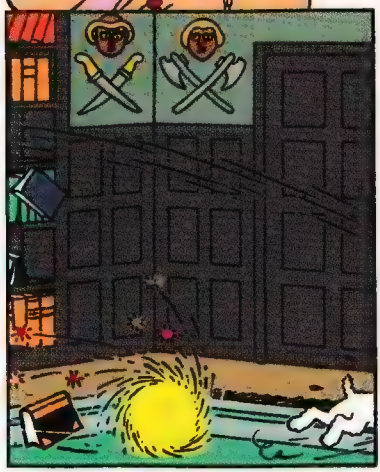
Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 28-07

La foudre en boule existe-t-elle ?

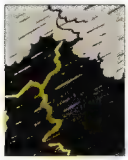
1 c'est un phénomène électrique prouvé
2 les scientifiques n'ont pas encore apporté d'explications sérieuses

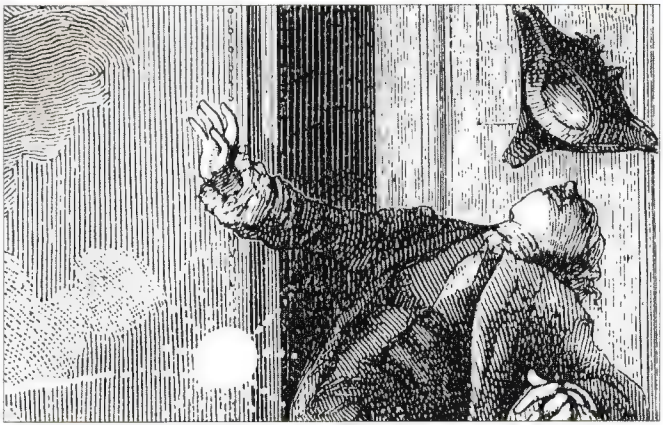


Foudre en boule

Des témoins assurent avoir observé des boules de feu, évoluant de façon étrange et fantastique, mais le phénomène reste controversé. Certains scientifiques pensent qu'il s'agirait d'une illusion d'optique provoquée par l'éblouissement qui accompagne l'éclair normal.

2 Les scientifiques n'ont pas d'explications sérieuses sur l'existence de la foudre en boule





A ce jour, personne n'a encore présenté un seul document, film ou photo, susceptible de convaincre les incrédules au sujet de la foudre en boule.

Selon des témoignages, la foudre en boule aurait un diamètre d'environ 20 cm ; elle se déplacerait rapidement, émettant une série de bruits, sifflements et crépitements aigus, avant d'expirer en silence, ou tout au contraire, d'exploser bruyamment, après quelques secondes d'existence.

Une mystérieuse sphère magique ?

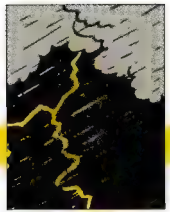
On a donné à la foudre en boule des pouvoirs quasi magiques, lui faisant ici traverser la matière, là porter l'eau à ébullition, affoler les aiguilles des boussoles, endommager les appareils électriques… pour enfin disparaître sans laisser la moindre trace.

Extrait de l'album *Les Sept Boules de Cristal*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo D.R.
© MCMXCII, Edito Service S.A.

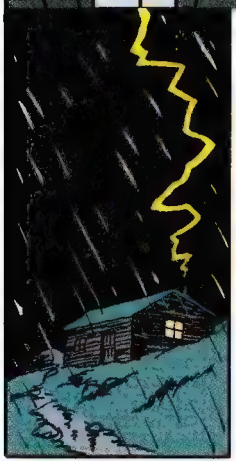
Imprimé en CEE
D2 491 28 08

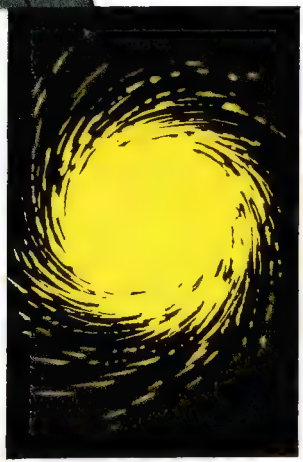
Quand un orage éclate, d'où vient le danger ?

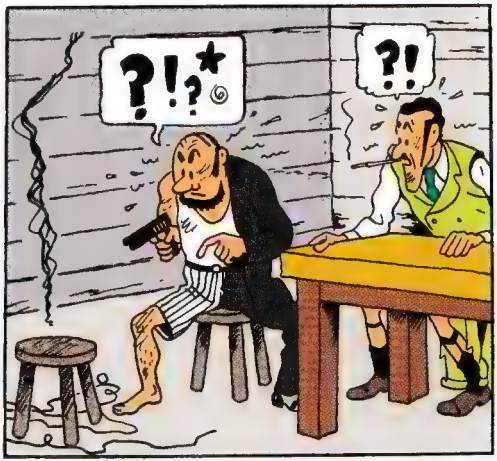


MÉTÉOROLOGIE - 52

1 des éclairs
2 de la foudre
3 du tonnerre



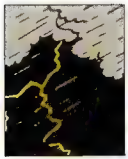




Orage

Les orages sont dus à des mouvements verticaux très violents de l'air. Ils éclatent après une chaude journée, quand l'air s'est gorgé d'humidité.

2 Quand un orage éclate, le danger vient de la foudre



Le paratonnerre, antenne reliée à la terre, conduit l'électricité de la foudre vers le sol et protège les maisons.

Après une chaude journée, l'air au contact du sol s'est réchauffé fortement : il devient léger et monte vite et haut. Dans l'atmosphère, il rencontre des zones froides. La vapeur d'eau contenue dans l'air se refroidit et se transforme en gouttelettes.

Une bataille orageuse

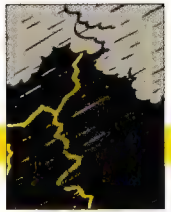
Des nuages sombres se forment, le vent se lève : l'air froid et l'air chaud se bousculent dans le ciel. Tous ces mouvements chargent l'air d'énormes quantités d'électricité. Entre 2 nuages ou entre un nuage et le sol, se produisent des décharges (la foudre) qui se manifestent par des étincelles (les éclairs). Le tonnerre est dû à l'expansion rapide de l'air échauffé par la décharge. L'orage se termine quand le refroidissement apporté par les pluies arrête les mouvements ascendants de l'air.

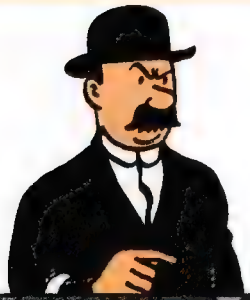
Extrait de l'album *L'Oreille cassée*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

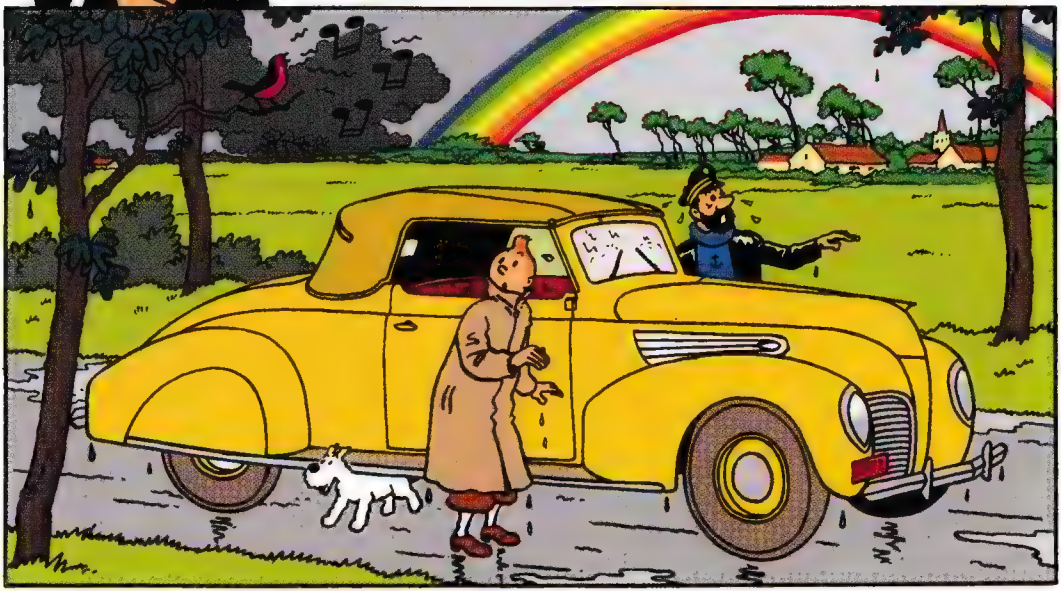
Imprimé en CEE
D2 491 66-15

Combien voit-on de couleurs dans un arc-en-ciel ?





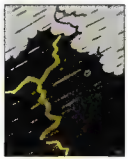
1 six couleurs
2 sept couleurs
3 neuf couleurs



Arc-en-ciel

Les six couleurs de l'arc-en-ciel sont le violet, le bleu, le vert, le jaune, l'orangé, le rouge.

1 Il y a six couleurs visibles dans un arc-en-ciel



Parfois, lors d'une averse, le Soleil passe entre deux nuages. S'il n'est pas trop haut dans le ciel, apparaît alors, dans la direction opposée, un arc-en-ciel.

Si les gouttes sont grosses, les rayons sont réfléchis deux fois à l'intérieur de chaque goutte : un second arc-en-ciel se forme alors au-dessus du premier ; l'ordre des couleurs y est inversé.

La déviation des rayons solaires

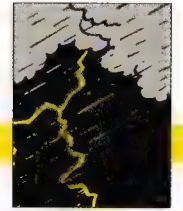
En traversant les gouttes de pluie, les rayons de lumière du Soleil sont décomposés en différentes couleurs. L'intérieur de chaque goutte est comme un miroir qui réfléchit la lumière du Soleil. Mais, en pénétrant dans la goutte, puis en en ressortant, les rayons du Soleil sont déviés, et cette déviation est inégale suivant les couleurs : la moins déviée et la plus extérieure est le rouge, la plus déviée et la plus intérieure est le violet. On observe les arcs-en-ciel plutôt le matin ou en fin de journée, quand le Soleil est bas au-dessus de l'horizon.

Extrait de l'album ***Les Sept Boules de cristal***

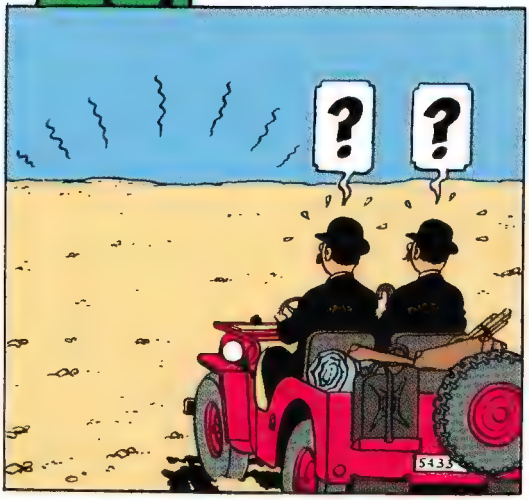
© MCMXCI, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Nacivet / Explorer
© MCMXCI, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 08-06

Qu'est-ce qu'un mirage ?



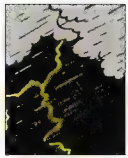
1 une illusion d'optique
2 un dédoublement de la ligne d'horizon
3 un surchauffement de l'atmosphère

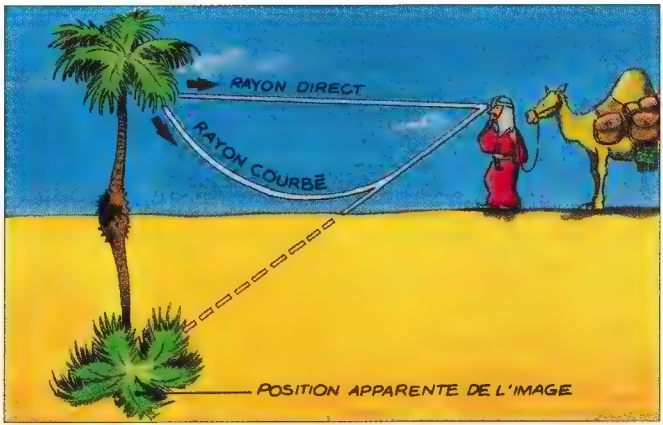


Mirage

Un mirage est une illusion d'optique due à la déviation des rayons lumineux dans l'atmosphère. Le phénomène se traduit par une image renversée d'un objet éloigné, comme s'il existait une nappe d'eau imaginaire dans l'intervalle.

1 Un mirage est une illusion d'optique





Par suite de l'échauffement de l'air au contact du sol, la trajectoire d'un rayon de lumière peut s'inverser et donner une image renversée d'un objet, comme si le rayon s'était réfléchi sur un miroir.

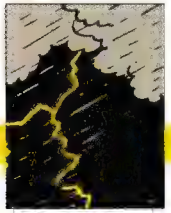
Les mirages s'observent particulièrement dans les pays désertiques ou sous nos latitudes, par grosse chaleur, notamment sur une route goudronnée, lorsque le Soleil échauffe le sol.

Principe du mirage

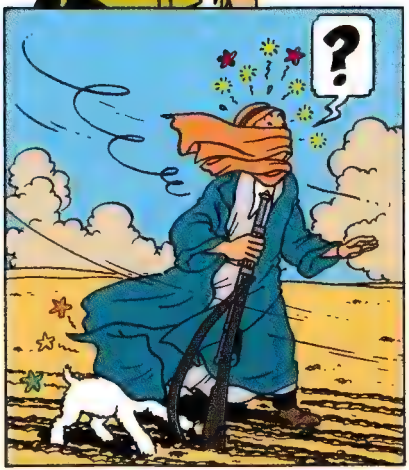
L'illusion est crée par la différence de température entre des couches d'air. Au ras du sol, l'air surchauffé, plus léger, reflète le ciel comme un miroir. S'il y a une inversion de température, par exemple au petit matin, dans le désert, l'air froid est au sol, l'air chaud, au dessus. C'est cette différence de densité qui permet, par déviation des rayons lumineux, de "voir" tout près une montagne ou une oasis situés en réalité au delà de la ligne d'horizon.

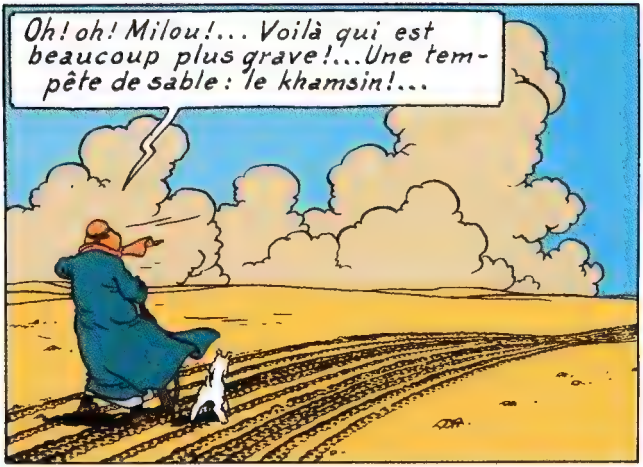
Extrait de l'album *Tintin au pays de l'or noir*
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 36-09

Quelle vitesse peut atteindre un vent de sable ?



1 30 km à l'heure
2 60 km à l'heure
3 95 km à l'heure





Tempête de sable

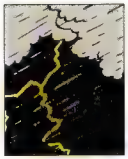
La sécheresse conjugée aux vents entraîne parfois sable et poussières dans de terribles tempêtes pour ceux qui les subissent.

L'Égyptien appelle haboob, ou chasmin, ce vent qui aspire le sable jusqu'à une grande altitude. Le shamal, en Arabie, est un fléau hivernal qui atteint 60 km/h. Ce vent désertique est aussi connu sous le nom de simoun. La présence du sable chauffe l'air, provoque des courants ascendants, qui font tourbilloner le sable jusqu'à 3 m du sol.

Un véritable enfer

Ces vents de sable sont vraiment terribles : des milliards de grains, soulevés par le vent, martèlent le visage, criblent les yeux, s'insinuent sous les vêtements, bouchent les pores de la peau, enveloppent le corps tout entier d'une pellicule jaune. Et puis, les violentes rafales cessent aussi brusquement qu'elles s'étaient déchaînées. En bordure des déserts, les pâturages sont alors recouverts d'une couche stérile.

2 Un vent de sable peut atteindre la vitesse de 60 km à l'heure



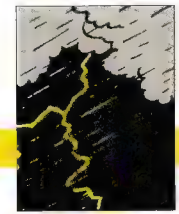
Les tempêtes de sable sont si violentes et soudaines que les hommes et les animaux en meurent, asphyxiés.

Extrait de l'album *Tintin au pays de l'or noir*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo P. Verbeeck / Explorer
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 51-10

Qu'est-ce qui caractérise le climat des zones tempérées ?

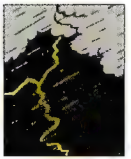


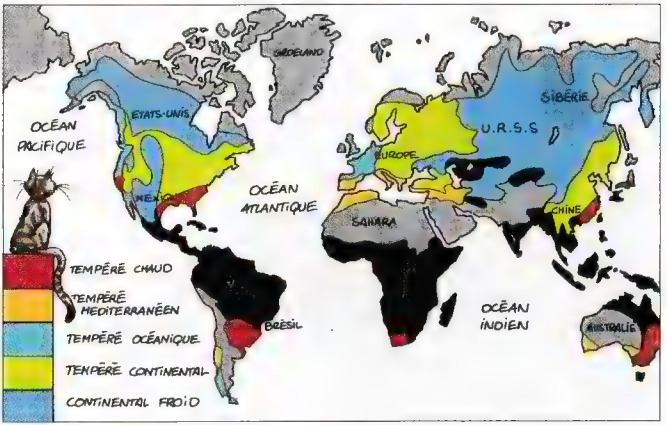
1 des moyennes de température modérées
2 des pluies suffisantes pour les cultures
3 les deux à la fois

Zones tempérées

Tempéré signifie modéré. Pourtant, les zones tempérées des moyennes latitudes (entre le 30e et le 60e parallèle) ne sont pas à l'abri des records de froid, comme en Sibérie, ou de chaleur, comme à Alger. Néanmoins, les zones tempérées renferment les milieux les plus favorables à l'activité des hommes.

3 Le climat des zones tempérées se caractérise par des températures modérées et des pluies suffisantes pour les cultures





Trois grandes familles de climats caractérisent les régions tempérées : le climat océanique à hiver doux, le climat méditerranéen à hiver tiède et court, le climat continental à hiver long et froid.

Les températures moyennes annuelles des zones tempérées sont toujours comprises entre 10° et 20°. Quatre saisons s'échelonnent dans l'année, soulignées par le cycle de la végétation : printemps, été, automne, hiver. Mais, d'une année à l'autre, l'été peut être chaud et sec ou frais et pluvieux.

Des nuances infinies et de forts contrastes

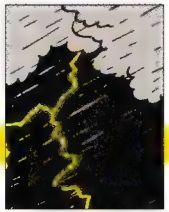
L'Afrique du Nord, la Bretagne ou les plaines russes appartiennent à la même zone, mais leurs températures ne sont guère comparables, pas plus que leur pluviosité. Dans les montagnes, le climat est encore particulier.

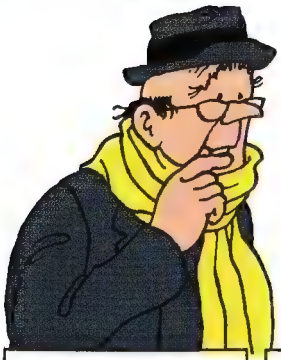
Extrait de l'album *Le Sceptre d'Ottokar*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration J. Dang
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 81-11

Quel fut le record de froid dans les zones polaires ?





1 - 92,7 °C, en 1958, dans l'Antarctique

2 - 70 °C, en 1963, dans l'Antarctique

3 - 47 °C, en 1972, dans l'Arctique

Zones polaires

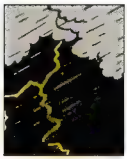
Aux pôles, il n'y a que 2 saisons : un hiver très long, de 8 à 9 mois et un été très court, d'environ 3 mois.

Au nord, dans les régions arctiques, le passage de l'hiver à l'été se fait fin mai et se traduit par la débâcle des glaces. Dès la fin septembre, la neige recommence à tomber, la banquise gèle. Dans les régions antarctiques, au sud, l'été se situe en décembre, janvier, février.

Quel est le plus froid des deux ?

Le pôle Nord bénéficiant d'un climat océanique est moins froid que le pôle Sud, au climat continental. L'Antarctique est la zone

1 Le record de froid enregistré dans les zones polaires fut de - 92,7 °C, en 1958, dans l'Antarctique



Au pôle Sud, il n'y a ni dégel, ni toundra, ni animaux terrestres. Au pôle Nord, mousses, lichens, saules nains (ci-dessus) s'étalent en été sur un sol dégelé en surface, rennes et caribous remontent alors vers les terres boréales.

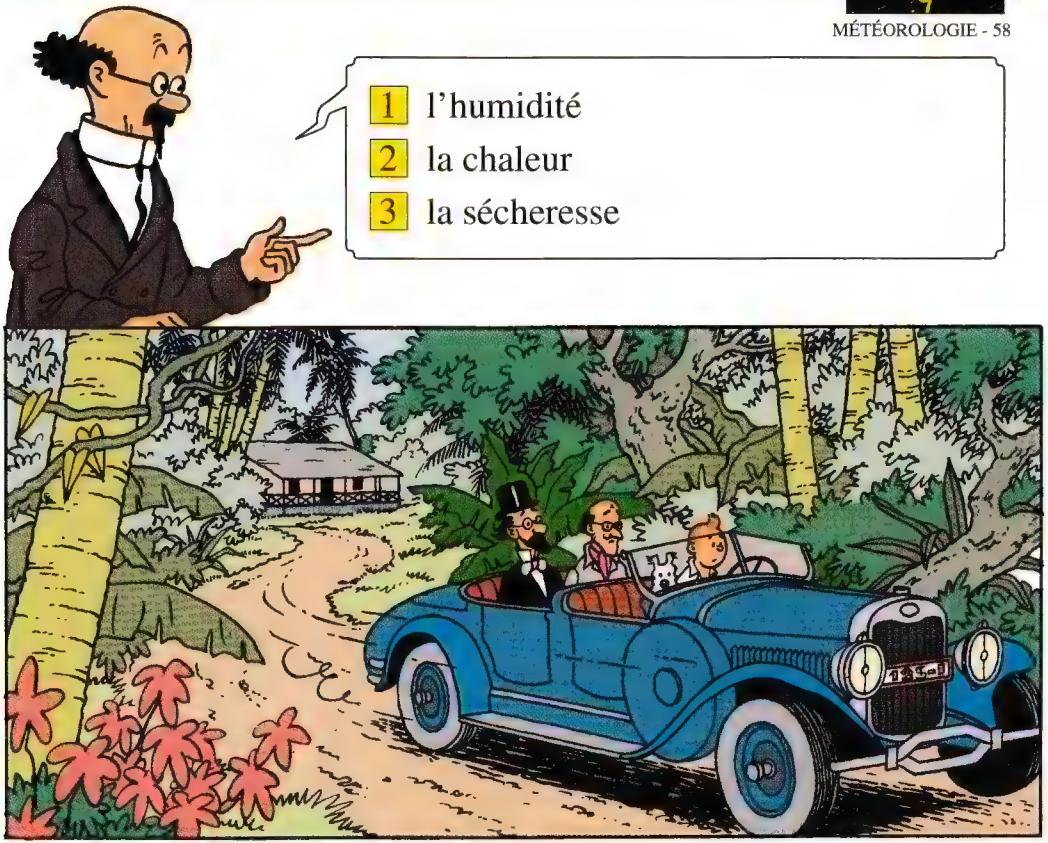
la plus froide de la Terre. Les températures des mois les plus chauds varient entre - 10 °C et - 35 °C. En plein hiver, elles oscillent entre - 25 °C et - 70 °C : plus on s'éloigne de la côte et plus il fait froid. Au pôle Nord, les températures remontent jusqu'à + 10 °C lors des brefs étés ensoleillés : le sol dégèle en surface, permettant à une flore adaptée au froid de se développer.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo R. Baumgartner / Explorer
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 68-04

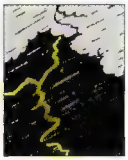
Qu'est-ce qui caractérise les climats des zones tropicales ?



Zones tropicales

De part et d'autre de l'équateur, entre les tropiques, s'étendent des zones caractérisées par un trait commun ; la chaleur.

2 La chaleur caractérise les climats des zones tropicales



Calcutta, en Inde, connaît un climat tropical de mousson : rien qu'en août, la ville reçoit environ 3 m de pluie : un véritable déluge !

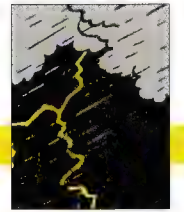
Cette zone chaude qui ne connaît pas de véritable hiver durant l'année est cependant fortement contrastée. Les différences climatiques résident dans l'importance et la durée des pluies, variables selon la latitude, l'altitude, la position géographique près des côtes ou à l'intérieur des continents.

Le rythme saisonnier tropical

Il comporte 4 périodes d'une durée plus ou moins longue. A l'équateur, la saison sèche et fraîche dure de décembre à février (pluies faibles, températures n'excédant pas en moyenne de 20 à 25 °C). Se succèdent ensuite une saison sèche et torride, une saison des pluies, de mai à septembre et une saison de fin des pluies : les averses s'espacent mais l'humidité élevée de l'air retarde l'arrivée du beau temps sec jusqu'en décembre.

Extrait de l'album *Les Cigares du Pharaon*
© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Earth scenes / Sunset
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 89-09

Comment s'explique le phénomène des saisons ?



1 par la révolution qu'effectue la Terre en une année autour du Soleil

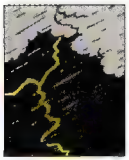
2 par l'inclinaison de son axe (ligne joignant les 2 pôles) dans l'espace

Cause des saisons

Si l'axe des pôles n'était pas incliné sur l'orbite de la Terre, il n'y aurait pas de saisons. Pendant toute l'année, partout sur la Terre, le jour et la nuit auraient la même durée, comme c'est le cas au début de l'automne et du printemps. Jour après jour, la température resterait à peu près constante.

Pendant toute l'année, la Terre reste à peu près à la même distance du Soleil. Le froid de l'hiver et la chaleur de l'été proviennent de la façon dont elle se tient penchée durant sa rotation autour du Soleil.

2 Les saisons sont dues à l'inclinaison de l'axe de la Terre (ligne joignant les 2 pôles) dans l'espace



S'il fait chaud en été, en France, c'est parce que, à la latitude de ce pays, les rayons du Soleil atteignent le sol presque verticalement : ils sont donc plus concentrés et apportent davantage de chaleur.

L'axe de la Terre reste toujours incliné de la même façon dans l'espace

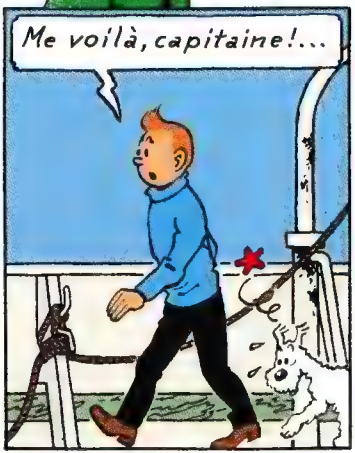
Ainsi, au fur et à mesure que la Terre tourne autour du Soleil, dans chaque hémisphère terrestre, l'inclinaison des rayons du Soleil par rapport à la verticale varie : il en résulte une variation de la quantité de chaleur reçue au sol.

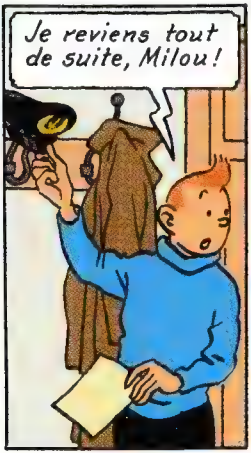
Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*
© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Crampon / Jerrican
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 82-03

Qu'est-ce que l'équinoxe ?

1 un moment dans l'année où jour et nuit sont d'égale durée dans les deux hémisphères

2 la nuit la plus longue, dans l'hémisphère Nord

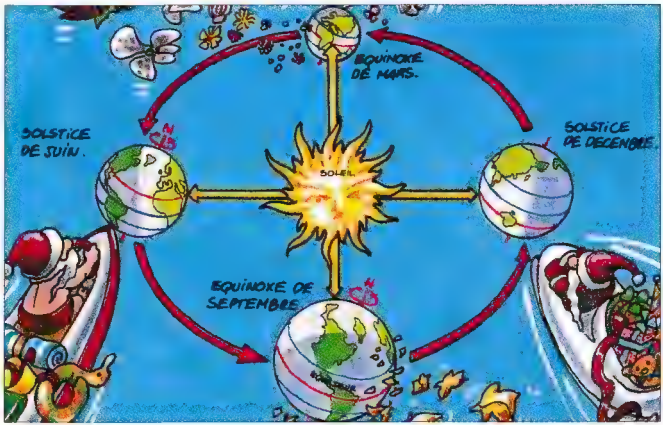




Équinoxe

Selon la position de la Terre dans l'espace, et selon la latitude à laquelle nous nous trouvons, la durée du jour et de la nuit varie au cours de l'année. Deux fois par an, au printemps et en automne, jour et nuit sont d'égale durée dans les deux hémisphères : ce sont les équinoxes.

1 L'équinoxe est un moment dans l'année où jour et nuit sont d'égale durée dans les deux hémisphères



La durée des jours et des nuits s'inverse dans les deux hémisphères : quand l'été règne dans l'hémisphère Sud, c'est l'hiver au nord de l'équateur et vice versa. A l'équateur, jour et nuit sont de même durée toute l'année.

Le 21 ou le 22 mars et le 22 ou le 23 septembre, toute la Terre est plongée tour à tour 12 heures dans la nuit et 12 heures dans le jour. Ce sont les équinoxes.

Les solstices

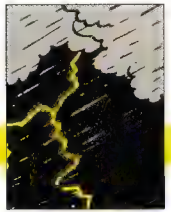
Dans l'hémisphère Nord, le printemps commence à l'équinoxe de mars. A partir de cette date, les jours rallongent jusqu'au 21 juin, date où la nuit est la plus courte dans l'année. C'est le solstice d'été. Les jours diminuent alors à nouveau jusqu'à l'équinoxe d'automne. Puis, ils deviennent plus courts que les nuits. Le 22 décembre est la nuit la plus longue, c'est le solstice d'hiver. Puis le cycle continue, dans sa ronde annuelle.

Extrait de l'album *Tintin au pays de l'or noir*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

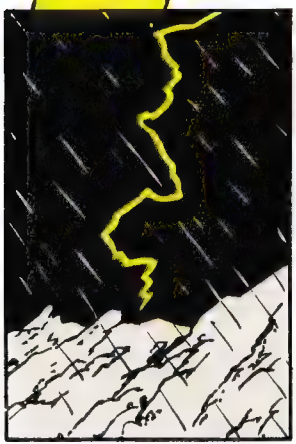
Imprimé en CEE
D2 49157- 16

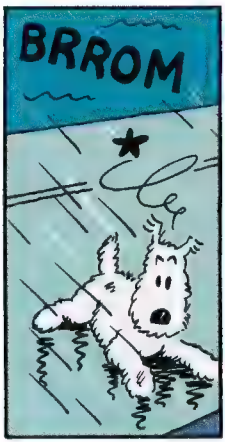
Le temps influence-t-il le comportement des animaux ?

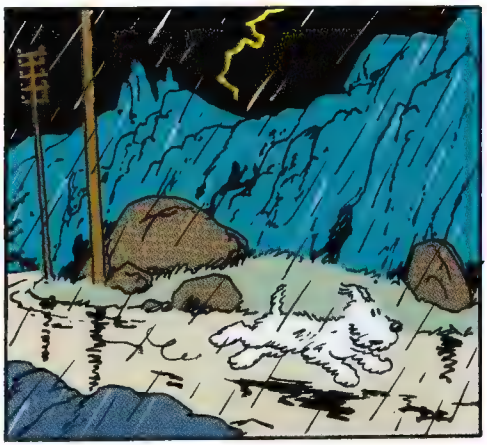


1 oui, les animaux possèdent les moyens de percevoir des phénomènes qui échappent à nos sens

2 non, la notion du beau ou du mauvais temps leur échappe





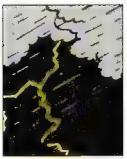


Le temps et les animaux

Depuis très longtemps, les hommes ont observé les animaux dans le but de prédire le temps et il est certain que leurs réactions peuvent parfois nous indiquer une modification atmosphérique.

La grenouille est le plus populaire des animaux météo : on dit qu'il fera beau si elle coasse le soir ou si elle grimpe le long des arbres. Est-ce fiable ? Un savant autrichien observa pendant 48 jours 10 grenouilles dans son laboratoire : les 19 jours où la pluie est tombée, elles avaient annoncé 12 fois le beau temps !

1 Le temps influence le comportement des animaux, qui possèdent les moyens de percevoir ce qui échappe à nos sens



Les enfants de partout ont l'habitude de laisser se promener sur leur main une coccinelle. Si, arrivée au bout de l'index, elle s'envole, ont dit qu'il fera beau, si elle refuse, la pluie viendra ! C'est simplement pour s'amuser !

Le baromètre des animaux

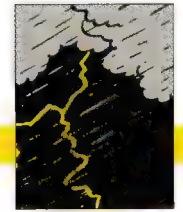
On dit cependant que la pluie n'est pas loin si les abeilles restent dans la ruche, si les poules se roulent dans la poussière, si les hirondelles volent bas, si les taupes rehaussent leurs monticules de terre, etc. On dit aussi qu'il fera beau si la chouette chante le soir, si les araignées consolident leur toile le soir.

Extrait de l'album *L'Oreille cassée*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Sunset
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

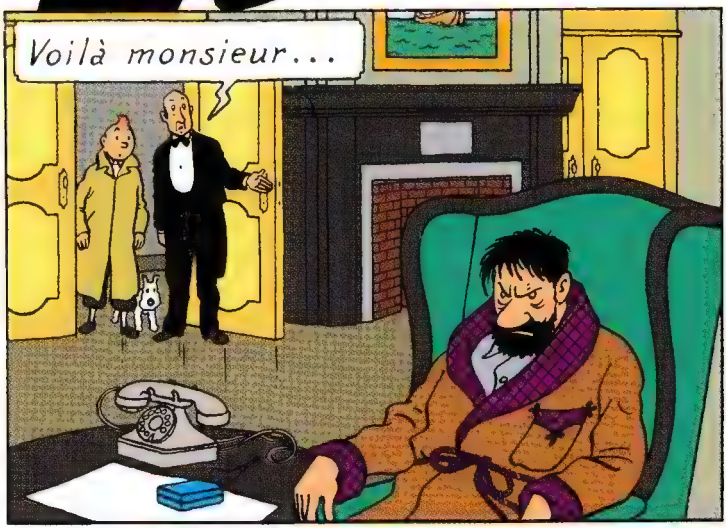
Imprimé en CEE
D2 491 40-10

Quelle influence le temps peut-il avoir sur les hommes ?



1 il peut affecter notre santé

2 il joue un rôle important pour notre santé et conditionne aussi notre humeur, nos activités



Influence du temps sur les hommes

Aujourd'hui, même si l'on sait prévoir le temps qu'il fera, l'homme demeure tout aussi vulnérable que voici des siècles, à ses effets.

2 Le temps a une influence sur la santé, l'humeur et les activités des hommes

Les prévisions météorologiques éliminent l'effet de surprise : si le brouillard est annoncé, les automobilistes redoubleront peut-être de prudence. Ce phénomène provoque malgré tout de graves accidents.

Le temps conditionne les moissons, les travaux de peinture, la vente de maillots de bain. Il peut décider de l'issue d'une bataille, agit sur la santé de l'homme, sur son humeur et son énergie.

A la merci du temps

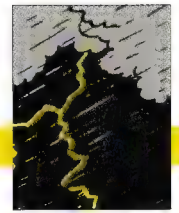
En 1579, le brouillard cacha au navigateur anglais, sir Francis Drake, la baie de San Francisco, qui ne fut découverte que deux siècles plus tard par un capitaine espagnol, plus chanceux. Aujourd'hui, un radar percerait la brume côtière la plus épaisse. Mais n'avons-nous pour autant plus rien à craindre de ce phénomène ? En 1952, un brouillard s'abattit sur Londres pendant 4 jours. Il contenait des produits chimiques qui empoisonnèrent des milliers de personnes.

Extrait de l'album *Les Sept Boules de cristal*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo P. Forget / Explorer
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 65-07

Y a-t-il des bulletins météorologiques pour les navigateurs ?



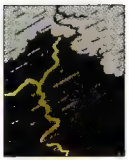
1 oui, le temps en mer est surveillé : des bulletins maritimes sont diffusés

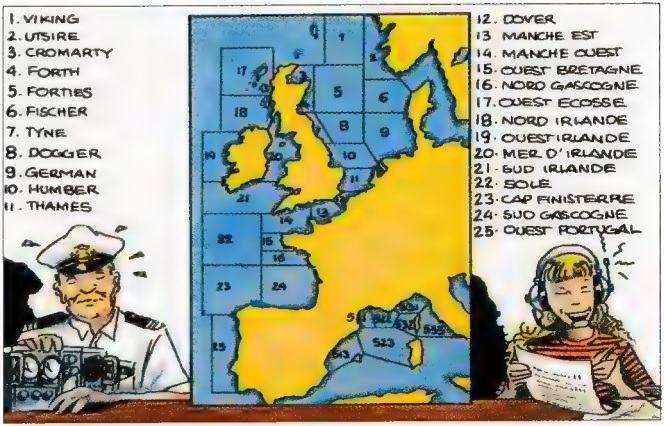
2 non, le navigateur qui s'éloigne des côtes doit faire lui-même ses propres prévisions

Surveillance du temps en mer

De nos jours, et surtout depuis la mise en orbite de satellites météorologiques, la situation sur les océans est assez bien connue et même parfois suivie d'heure en heure.

1 Le temps en mer est surveillé : des bulletins maritimes sont diffusés





Les bulletins de météorologie maritime donnent, par zones, des indications sur la direction des vents, leur vitesse, l'état de la mer, la visibilité, un aperçu du temps probable pour les 12 heures suivantes, etc.

Pêcheurs et plaisanciers doivent prendre le dernier bulletin météorologique diffusé par la radio avant de prendre la mer. Les météorologues ont divisé la surface des océans et des mers en zones à l'intérieur desquelles le temps a des chances d'être le même. Le long de nos côtes, elles ont pour nom : Viking Bank, Dogger Bank, Manche-Ouest, Mer d'Irlande, Sud Gascogne, Sud Sardaigne, Ouest Corse, etc.

Avis spéciaux

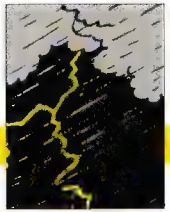
D'autres bulletins sont destinés à la marine nationale, la marine marchande, la pêche hauturière et aux plaisanciers s'éloignant au grand large. Les avis de coup de vent ou de tempête sont émis dès que menacent des vents de force égale ou supérieure à 8 Beaufort.

Extrait de l'album *L'Étoile mystérieuse*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration Y. Tabariés
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 71-02

Le froid se renforce-t-il vite en altitude ?



1 les températures diminuent d'environ un degré tous les 200 m

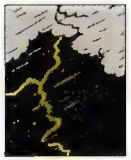
2 les températures diminuent d'environ deux degrés tous les 100 m

Froid en altitude

Les moyennes de température établies par les climatologues mettent en évidence un refroidissement progressif des températures au fur et à mesure que l'on s'élève en altitude. Cet étagement des températures conditionne fortement la végétation en montagne.

Plus on s'élève, plus le froid s'accentue. En plaine, le matelas d'air au-dessus de nos têtes est plus épais : il amortit ainsi les variations de température, modérant l'arrivée de la chaleur solaire durant le jour et freinant, pendant la nuit, le départ de la chaleur que le sol a absorbé.

1 Le froid se renforce en altitude : les températures diminuent d'environ 1 degré tous les 200 m



L'élévation en altitude implique un abaissement des températures, une augmentation de la durée d'enneigement et une réduction de la période de végétation : à 2 000 m, la période sans neige n'est que de 5 mois à peine.

Un matelas dégonflé

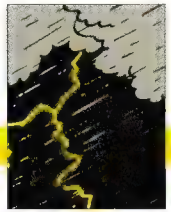
En altitude, l'air, plus pur, assure moins bien son rôle de frein thermique. L'air s'échauffe peu durant le jour et la nuit, la déperdition de chaleur est intense. C'est cette diminution de l'effet de serre qui provoque un abaissement régulier de la température, auquel répond fidèlement un étagement de la végétation.

Extrait de l'album *Tintin au Tibet*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Berenguier / Jerrican
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 82-18

Le vent souffle-t-il plus fort en montagne ?



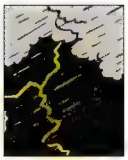
1 oui, le vent accroît sa force avec l'altitude

2 non, le vent est un courant d'air et n'a aucun rapport avec le relief

Vent en montagne

Au niveau des sommets, le vent rencontre moins d'obstacles et accroît sa force, pouvant souffler en effroyables tempêtes. En moyenne altitude, il est coupé par le relief : les cols sont de véritables aspirateurs à courants d'air.

1 Le vent accroît sa force avec l'altitude et souffle plus fort en montagne



Le relief joue un rôle important dans la distribution des vents en montagne : un versant abrité du vent est bien plus calme que nombre de plaines. Les cols sont de véritables aspirateurs à courants d'air.

Si le relief, par ses dédales et ses aspérités, s'oppose aux vents violents en basse et moyenne altitudes, ceux-ci peuvent se déchaîner sur les hauteurs.

Le vent gifle la montagne de plein fouet

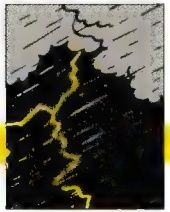
Les formidables rafales qui fouettent le sommet du Mont Blanc sont à relier à des courants de haute altitude, les jets, qui parcourent notre atmosphère d'est en ouest à des vitesses de 90 à 300 km/h, entre 6 000 et 10 000 m. Ces mouvements d'air peuvent s'abaisser et frapper les hautes montagnes de plein fouet. Les effets de ces vents sont redoutables : ils contribuent à l'assèchement des pentes et à l'élimination de la forêt.

Extrait de l'album *Tintin au Tibet*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo E. Valentin / Hoaqui
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 39-18

A quand remonte la fin de l'ère glaciaire ?



MÉTÉOROLOGIE - 66

1 à 10 000 ans environ

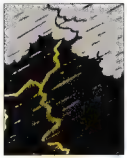
2 à 30 000 ans environ

3 à 50 000 ans environ

Ère glaciaire

Depuis sa formation, il y a 4 milliards d'années environ, la Terre a subi bien des variations climatiques. Entre les périodes froides, dites glaciaires, s'intercalèrent des périodes de réchauffement. La dernière époque glaciaire prit fin il y a 10 000 ans environ.

1 La fin de l'ère glaciaire remonte à environ 10 000 ans



Les glaces du pôle couvrirent un tiers du globe sur 240 m d'épaisseur.

L'étude de la glace apporte de précieuses informations sur le passé, le climat. Les scientifiques arrivent aujourd'hui à prélever des échantillons cylindriques de glace, appelés "carottes", jusqu'à 2 000 m de profondeur. L'âge de la carotte augmente avec la profondeur. Plus elle est vieille, plus les bulles d'air qu'elle contient sont riches de renseignements.

Lire dans la glace

En les analysant, on a calculé la température qu'il faisait lors de leur formation. On sait ainsi qu'il y a 30 000 ans, il faisait plus froid, car les bulles d'air gelées correspondant à cette période contiennent moins de gaz carbonique qu'aujourd'hui : l'effet de serre était moindre.

Extrait de l'album *Tintin au Tibet*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration J. Dang
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

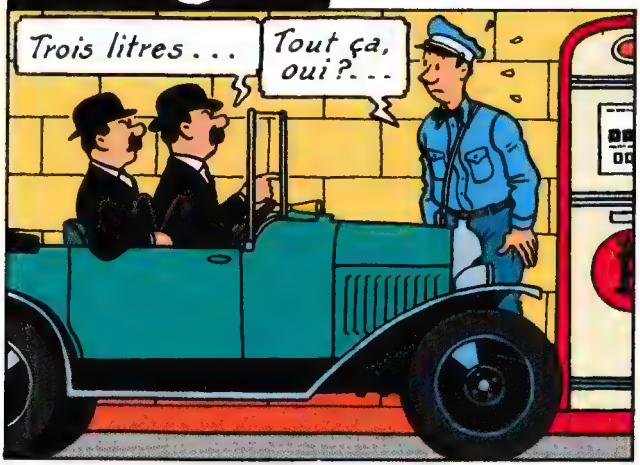
Imprimé en CEE
D2 491 59-05

Qui contribue le plus à la pollution de l'air ?

MÉTÉOROLOGIE - 67

1 les pays riches, industriels, plutôt situés au nord de la planète

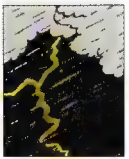
2 les pays pauvres du tiers monde



Pollution de l'air

Actuellement, l'énergie est un privilège des pays riches. Ce sont eux qui ont les usines, les voitures, le chauffage... tandis que les pays plus pauvres consomment peu d'énergie : la pollution due à la combustion de l'énergie est donc surtout le fait des pays riches.

1 Ce sont les pays riches, industriels, qui contribuent le plus à la pollution de l'air



Plus de la moitié du carbone rejeté dans l'air par les activités humaines provient des véhicules à moteur.

Avec le progrès technique qui s'étend, la population mondiale qui augmente, les hommes, dans 50 ans, consommeront 2 fois plus d'énergie si rien ne change.

Préserver l'environnement

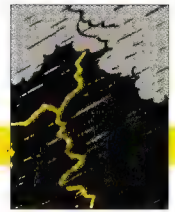
Le gaz carbonique, produit en grande quantité par la combustion de produits pétroliers, se concentrera encore davantage dans l'atmosphère, de même, le méthane, un gaz produit par la décomposition des déchets mais aussi des marais, des rizières. L'objectif prioritaire est donc actuellement de réduire les émissions de gaz carbonique en économisant et en maîtrisant mieux les énergies.

Extrait de l'album *Tintin au pays de l'or noir*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Photobank USA /Sunset
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

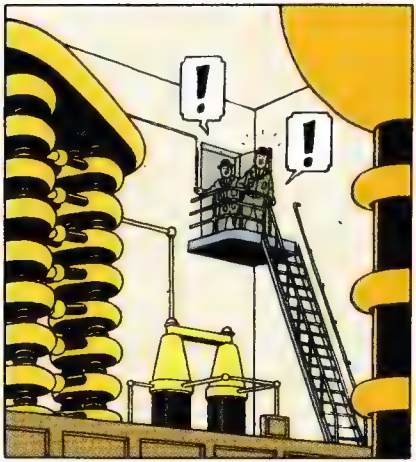
Imprimé en CEE
D2 491 89-10

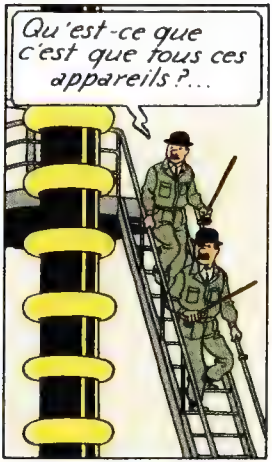
Peut-on contrôler le temps ?



1 non, trop de facteurs entrent en jeu : il est impossible de décider de l'avenir des climats

2 oui, grâce aux satellites artificiels



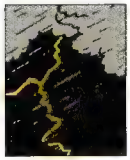


Contrôle du temps

En analysant les renseignements que l'on possède sur les climats anciens, on s'aperçoit qu'ils ont connu des changements de durée variable. Les causes de ces fluctuations sont diverses, les mécanismes qui les gouvernent nombreux. En conséquence, prédire les climats des prochains siècles reste du domaine de la théorie.

Nos connaissances scientifiques, nos techniques ne nous permettent pas de canaliser les vents solaires, d'empêcher les éruptions, de détourner les courants marins…

1 Le temps est incontrôlable : il est impossible de décider de l'avenir des climats



Les activités humaines jouent un petit rôle dans l'histoire générale des climats, mais cela n'empêche pas de lutter contre les pollutions industrielles ou la déforestation qui perturbent l'atmosphère.

Le petit rôle des hommes

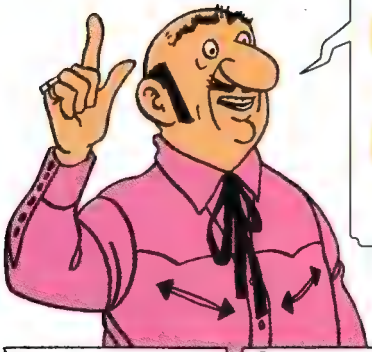
Les activités industrielles des hommes entraînent, au-dessus des cités, des dômes de pollution qui freinent l'ensoleillement, augmentent la pluviosité. Mais les hommes n'ont en fait qu'un petit rôle dans la grande histoire des climats et nos entreprises ne sont rien en comparaison des cataclysmes naturels qui peuvent se déclencher.

Extrait de l'album *Objectif Lune*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo G. Lacz / Sunset
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

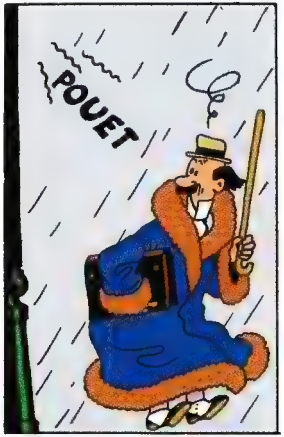
Imprimé en CEE
D2 491 71-03

Les hommes peuvent-ils fabriquer la pluie ?



1 non, c'est un phénomène naturel impossible à créer artificiellement

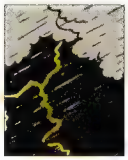
2 oui, en pulvérisant de la neige carbonique dans les nuages



Pluie artificielle

Aujourd'hui, les mécanismes du temps sont mieux connus, mais parviendrons-nous à les contrôler ? On sait, par exemple, produire des pluies artificielles, mais ces expériences ne peuvent être faites qu'à petite échelle.

2 Les hommes peuvent fabriquer la pluie en pulvérisant de la neige carbonique dans les nuages



Pluie à la demande, c'est le rêve des agriculteurs !

Printemps froids, étés secs... les caprices du temps dérangent les activités des hommes. Pour lutter contre la sécheresse, des hommes ont proposé des projets fous : l'un de ceux-ci consistait à ouvrir par explosion de larges brèches dans les montagnes de la Sierra Nevada (USA) pour permettre aux masses d'air maritime de transformer en prairies le désert du Nevada !

Avions faiseurs de pluie

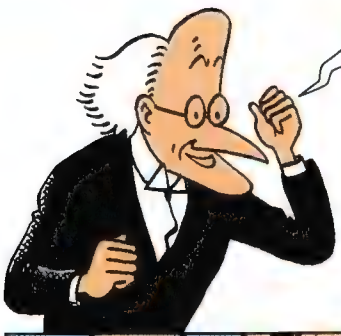
Plus réalisables sont les expériences faites pour produire de la pluie artificielle. Des avions bombardent les nuages de particules de neige carbonique ou de iodure d'argent : cela favorise la condensation des cristaux de glace en suspension dans les nuages. On fait ainsi tomber la pluie au bon moment pour les cultures.

Extrait de l'album *L'Oreille cassée*

© MCMXCIII. Hergé Moulinsart / Casterman
Photo J. Bouchayer / Diaf
© MCMXCIII. Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 57-17

Qu'est-ce que les isobares sur une carte météorologique ?



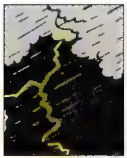
1 des flèches indiquant le sens de déplacement d'une dépression

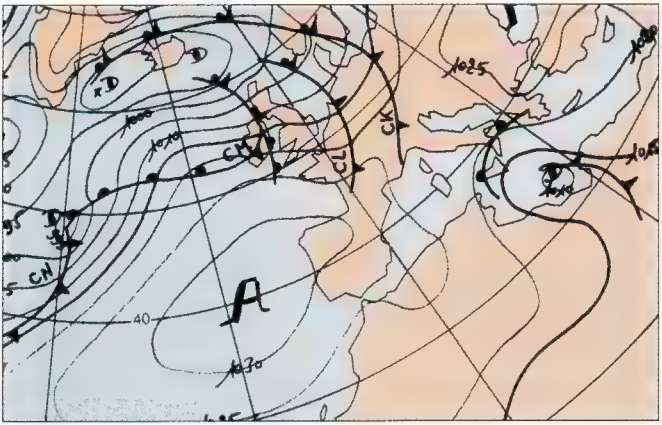
2 des lignes qui rejoignent les points où la pression a la même valeur

Isobare

Il y a un rapport entre le temps et la pression atmosphérique mesurée avec précision dans les stations météorologiques. Ces données permettent de tracer des cartes d'isobares composées des lignes joignant les points où la pression, calculée au niveau de la mer, a la même valeur.

2 Les isobares sont des lignes rejoignant les points où la pression a la même valeur





Dans un anticyclone, les cotes isobariques décroissent du centre vers la périphérie (l'inverse pour une dépression). Le vent y est généralement plus faible que dans une dépression ; dans le centre, c'est le calme plat.

La pression atmosphérique, comme le montre les isobares des cartes météorologiques, n'est pas la même partout. On trace habituellement les isobares de cinq en cinq millibars et on renforce le trait de celle cotée 1 015 – pression moyenne –, afin de repérer plus rapidement les positions respectives des zones de haute et de basse pressions.

Dépression et anticyclone

Les isobares s'associent en figures : la dépression, analogue à un entonnoir (les isobares se ferment autour d'un centre de basse pression) et l'anticyclone, analogue à une colline (les isobares se ferment autour d'un centre de haute pression).

Extrait de l'album *Le Trésor de Rackham le Rouge*
© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Illustration D.R.
© MCMXCII. Edito-Service S.A.
Imprimé en CEE
D2 491 54-20

Qu'est-ce qu'un dicton météorologique ?

1 une petite phrase qui sert à prédire le temps

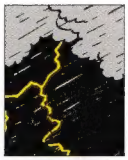
2 un instrument pour mesurer l'intensité de l'écho

3 un compte rendu météorologique

Dicton météorologique

Au fil des siècles, les hommes ont élaboré tout un trésor de dictons, souvent poétiques, décrivant les mouvements des bêtes et des plantes au rythme des caprices du ciel, des saisons.

1 Un dicton météorologique est une petite phrase qui sert à prédire le temps



On disait que la pluie n'est pas loin si les grenouilles croassent le jour, les hirondelles volent bas, si le liseron reste fermé le matin, si la pomme de pin resserre ses écailles.

Il fallut attendre le XVIIe siècle et l'apparition d'instruments de mesures pour que la météorologie prenne une tournure scientifique. Auparavant, les hommes prévoyaient le temps en se basant sur de nombreux signes dans la nature.

Les dictons sont-ils fiables ?

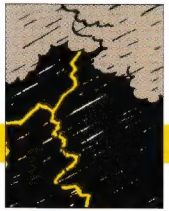
En 300 avant J.-C., un Grec nommé Théophraste écrivit un livre qui contenait plus de 200 présages sur la pluie et le beau temps. Il constata entre autres qu'un soleil rouge à son coucher annonce le beau temps, un halo autour de la lune est signe de pluie. Une étude moderne a prouvé que ces remarques étaient justes, au moins 7 fois sur 10. Les animaux et les plantes servaient aussi de baromètre.

Extrait de l'album *Tintin au Tibet*

© MCMXCII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo Len Sirman
© MCMXCII, Edito-Service S.A.

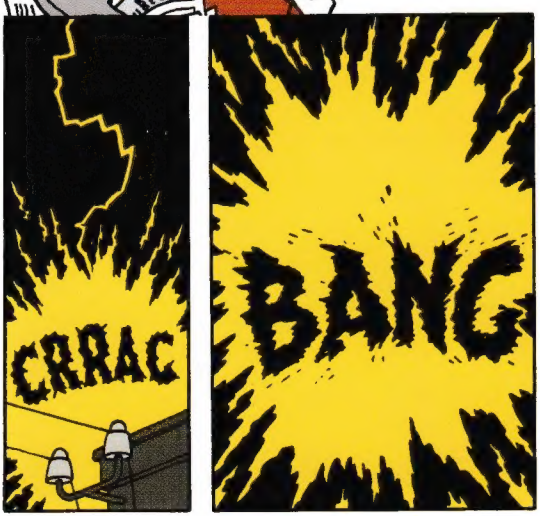
Imprimé en CEE
D2 491 30-12

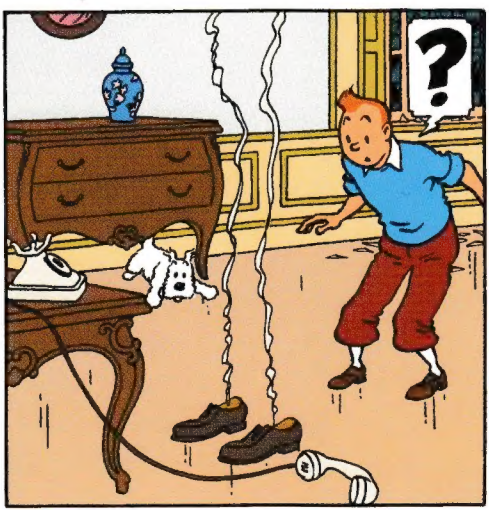
Qui a inventé le paratonnerre ?



MÉTÉOROLOGIE - 72

1 Horace Bénédict de Saussure
2 les frères Montgolfier
3 Benjamin Franklin





Paratonnerre

Le paratonnerre est un appareil qui protége les constructions des effets de la foudre. En 1752, lors d'une périlleuse expérience, Benjamin Franklin apporta la preuve que les éclairs n'étaient pas des traits de feu mais un phénomène électrique.

3 Le paratonnerre fut inventé par Benjamin Franklin

Placé au sommet d'un édifice, le paratonnerre protège une zone conique dont il est le sommet. Ce dispositif doit être éloigné des appareils électriques : lors du passage de la foudre, il est comme un câble à haute tension.

Il lança en plein orage un cerf-volant dans le ciel. Au fil qu'il tenait dans sa main, il avait fixé une clé. De cette clé jaillirent bientôt des étincelles. Franklin avait frôlé la mort !

Saisir la foudre

Plus tard, il mit au point un paratonnerre : pour parer au danger que représente la foudre, cette décharge électrique aérienne qui se produit en général entre un nuage et la terre, il chercha le moyen de l'attirer le plus directement possible vers le sol. Une longue et épaisse tige métallique est reliée au sol par une chaîne qui joue le rôle de prise de terre. La foudre, captée et canalisée, se perd dans le sol sans causer de dégâts.

Extrait de l'album *L'Affaire Tournesol*

© MCMXCIII, Hergé Moulinsart / Casterman
Photo S.T.F. / Sunset
© MCMXCIII, Edito-Service S.A.

Imprimé en CEE
D2 491 91-15